



EESTI MAAÜLIKOOL
Metsandus- ja maaehitusinstituut

Marta-Maria Reedi

**LAMELLTÜÜBLITE TUGEVLUS NURKSEOTISES
SÕLTUVALT TOOTJAST**

**THE STRENGTH OF WOOD BISCUIT IN CORNER JOINTS
DEPENDING ON MANUFACTURER**

Magistritöö
Metsatööstuse õppekava

Juhendaja: Regino Kask, *PhD*

Tartu 2018

Eesti Maaülikool		Magistritöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Marta-Maria Reedi		Õppekava: metsatööstus	
Pealkiri: Lamelltüüblite tugevus nurkseotises sõltuvalt tootjast			
Lehekülgi: 70	Jooniseid: 23	Tabeleid: 25	Lisasid: 9
Õppetool: Metsakorralduse ja metsatööstuse õppetool			
ETIS-e teadusvaldkond: Metsandusteadus			
CERCS-i kood: B430			
Juhendaja: PhD Regino Kask			
Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2018			
<p>Lamelltüübleid kasutatakse nurkseotiste valmistamiseks sarnaselt puittüüblitega. Lamelltüüblite eelis puittüüblite ees on see, et need võimaldavad kasutada õhemaid materjale. Tüübli avade freesimiseks kasutatakse lamellifreesi ning lamellid kinnitatakse avadesse vee-baasil toodetud liimidega.</p> <p>Varasemad uuringud, mis puudutavad lamelltüübleid, on keskendunud põhiliselt erinevate ühendatavate materjalide uurimisele, kuid mitte lamelltüüblitele. Seega on käesolev töö üks väheseid, mis keskendub erinevate puidust lamelltüüblite uurimisele.</p> <p>Töö eesmärgiks oli võrrelda erinevate tootjate lamelltüübleid ning katsete abil määrata, kas erinevate tootjate lamelltüüblid on näitajate poolest erinevad ning välja selgitada milline neist on tugevaim. Käesolev uurimus on oluline, sest kaubanduses on mitmeid lamelltüüblite tootjaid ning kuna lamelltüübleid kasutatakse peamiselt mööbli tootmises, siis on oluline teada, millist lamelltüüblit kasutada, et saavutada mööbli võimalik parim tugevus ja vastupidavus. Töö põhineb autori poolt läbi viidud katsete tulemustel. Lamelltüüblitega viidi läbi paindekatse ning lamelltüübelseotistega survekatse ning nihkekatse. Antud töö tulemustest selgus, et enamus erinevate tootjate poolt valmistatud lamelltüübleid ei ole oluliselt erinevad üksteistest. Täpsemate tulemuste saavutamiseks on tarvis valimi mahtu erinevate katsete puhul suurendada kinnitamaks või ümber lükkamaks käesoleva töö tulemusi.</p>			
Märksõnad: lamelltüübel, paindekatse, survekatse, lõikekatse, vineer			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Marta-Maria Reedi		Curriculum: forest industry	
Title: The strength of wood biscuit in corner joints depending on manufacturer			
Pages: 70	Figures: 23	Tables: 25	Appendixes: 9
Chair:	Chair of Forest Management Planning and Wood Processing Technologies		
Field of research:	Forest Sciences		
CERCS code:	B430		
Supervisor:	PhD Regino Kask		
Place and date:	Tartu, 2018		
<p>Similarly to dowel joints, biscuit joints are used for the construction of corner joints. The advantage of biscuit joints stems from the fact that they allow the usage of thinner materials, as opposed to dowel joints. To mill the openings of the joints, biscuit joiners are used and joints are attached to the openings with water-based adhesives.</p> <p>Previous research on biscuit joints has been mainly focused on different connecting components, not on biscuit joints themselves. Thus, this thesis is one of the few papers focusing on the examination of different wooden biscuit joints.</p> <p>The purpose of this thesis is to compare the biscuit joints of various manufacturers. Tests are carried out to determine if the biscuit joints produced by different manufacturers vary in different indicators, as well as determine the strongest of them. This research is important because there are numerous suppliers of biscuit joints in the market and due to the fact that biscuit joints are mainly used in the production of furniture, it is important to know which biscuit to use to achieve the best strength and longevity. Given paper is based on the results of the tests carried out by the author.</p> <p>A bending test was performed with biscuit joints as well as a compression test and a shear test. As a result, it was determined that for the most part there is no statistical difference between the different biscuit joints. For more accurate results, the sample size of the tests should be increased to confirm or refute the results presented in this paper.</p>			
Keywords: biscuit joint, bending test, compression test, shear test, plywood			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	8
1.1. Nurkseotised	9
1.1.1. Sileservseotis	9
1.1.2. Tüübelseotis.....	10
1.1.3. Lamelltüübelseotis.....	11
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	13
2.1. Materjal.....	13
2.1.1. Lamelltüüblid	13
2.1.2. Vineer	14
2.1.3. Liim	14
2.2. Metoodika.....	15
2.2.1. Katsekehade valmistamine	15
2.2.2. Paindekatsed	19
2.2.3. Survekatsed.....	20
2.2.4. Nihkekatsed	21
2.2.5. Andmetöötlus	22
3. TULEMUSED	24
3.1. Mõõtmised.....	24
3.2. Paindekatse tulemused.....	32
3.3. Survekatse tulemused	35
3.4. Lõikekatse tulemused	37
3.5. Erinevate gruppide võrdlus.....	40
KOKKUVÕTE	42
VIIDATUD ALLIKAD.....	43
LISAD	45
Lisa 1. PVA Casco Silva Aqua tootekirjeldus.....	46

Lisa 2. Grupp 1 algandmed.....	48
Lisa 3. Grupp 2 algandmed.....	51
Lisa 4. Grupp 3 algandmed.....	54
Lisa 5. Grupp 4 algandmed.....	57
Lisa 6. Grupp 5 algandmed.....	60
Lisa 7. Grupp 6 algandmed.....	63
Lisa 8. Grupp 7 algandmed.....	66
Lisa 9. Liimiga liimitud sileservseotiste algandmed	69

SISSEJUHATUS

Varasematest uuringutest, milles on kasutatud lamelltüübleid pole keskendutud niivõrd lamelltüübli tugevusele vaid pigem ühendatavate materjalide tugevusele [1-4]. Lisaks on uuritud erinevate tegurite mõju lamelltüübelseotistele [5], võrreldud puidust ja plastikust lamelltüübleid puitkiud ja puitlaastplaadis, kus parima tulemuse saavutas puidust lamelltüübel [4].

Seotiste valik sõltub peamiselt konstruktsiooni tüübist ja vormist, kuid see peaks alati tagama seotise suure jäikuse ja tugevuse ning tehnoloogiliselt hõlpsa teostuse [6]. Seotised on üldiselt mööbli kõige nõrgemad osad ning on rikete esmaseks põhjuseks [7].

Sileservseotis on kõige lihtsamat tüüpi nurkseotis, kus detaili ühendatavale pinnale ei tehta ühtegi sisselõiget. Selline seotis on suhteliselt nõrk [8] ning vastupidavus ja tugevus sõltuvad liimitava ala pindalast ja kiudude suunast [9]. Sileservseotiste tugevdamiseks kasutatakse tüübelseotisi. Neid kasutatakse veel asendamaks tapikeeli või seotiste joondamiseks. Tüüblite kasutamine on otstarbekas kui seotis pole disaini osa ja seotisele mõjuvad jõud ei kohaldu tüüblitele. Tüübli suurus tuleb valida nii, et tüübli diameeter oleks $1/3$ kuni $1/2$ detaili paksusest [10].

Lamelltüüblid on diagonaalsuunaliste kiududega kokku surutud puidust tüüblid, mis võimaldavad võrreldes tavaliste tüüblitega kasutada õhukesemat varu ning võimaldavad hõlpsamini täpset ühtlast joondust [1]. Kasutamisel kokku pressitud lamelltüübel imab niiskust vee-baasil kasutatavast liimist ja paisub ühendatavates pindades nii, et ühenduskohas tekib tugev side lukustades lamelltüübli kindlalt pessa. [11]. Võrreldes valmistamist ja kokkupanemise aega, on lamelltüübelseotisi sageli kiirem ja odavam toota kui tüübelseotisi [1].

Töös kasutati seitsme erineva tootja lamelltüübleid: Häfele GmbH & Co KG, kwb Germany GmbH, wolcraft GmbH, SOLID Paweł Pasierb, Lamello AG, Virutex®, KREATOR. Iga tootja lamelltüüblitest valiti 100 tüüblit, need kaaluti ja mõõdeti. Seejärel viidi osadega neist läbi paindekatsed Instron 3369 katsemasinal. Osadest valmistati lamelltüübelseotised, millega viidi katsemasinal läbi survekatsed ning lõikekatsed. Survekatsete ja lõikekatsete

puhul tehti lisaks sileservseotised, mida sidus vaid liim. Töös kasutati Casco Silva Aqua niiskuskindlat puiduliimi ning niiskuskindla liimiga liimitud välitingimustes kasutatavat 18 millimeetri paksust kasevineeri.

Magistritöö eesmärgiks on võrrelda kaubandusest saada olevate seitsme erineva tootja lamelltüübleid ning katsete abil määrata, kas erinevate tootjate lamelltüüblid on näitajate poolest erinevad ning milline neist on tugevaim. Käesoleva töö läbivaks teemaks on uurida erinevate tootjate lamelltüüblite tugevust, võrrelda nende tulemuste erinevusi. Tugevuse hindamiseks viiakse läbi katsed lamelltüüblitega nurkseotistes. Teema on oluline kuna sellist uurimust pole varem tehtud, seega pole teada, kas turul pakutavatel lamelltüüblitel on olulisi erinevusi või mitte.

Autor avaldab tänu oma juhendajale Regino Kasele, kes abistas toorikute väljalõikamisel, juhendas detailide valmistamist ning katsete läbiviimist.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

Yen (1997) uuris erineva suurusega tüübleid ja lamelltüübleid männipuidus ja puitlaastplaadis. Tulemused näitasid, et kasutatud materjal on seotise disaini nõrgim osa ning et kasutatud materjali tugevus võib mõjutada nurkseotise maksimaalset tugevust. [1]

Tankut ja Tankut (2004) leidsid mõnede tegurite mõju lamelltüübelseotistele, sealhulgas lamelltüüblite aukude keskmete vahelise kauguse mõju, lamelltüübli ava keskpunkti kaugus materjali välisäärest, liimimistehnika. [5]

Vassiliou ja Barboutis (2008) uurisid puidust ning plastikust lamelltüübleid L-tüüpi seotistes ja T-tüüpi seotistes. Uurimus näitas, et MDF ühendid olid tugevamad võrreldes puitlaastplaadiga ning et liite tugevus tuleneb peamiselt ühendatud plaatide servast, mitte ühendatud lamelltüüblitest. Puidust lamelltüüblid näitasid tugevamat jõudu kui sarnased lamelltüüblid, mis olid valmistatud plastikust. [4]

Tankut ja Tankut (2009) uurisid diagonaalse pinget ja survetugevust mõjutavaid tegureid nagu seotise materjal, liimi tüüp ning kasutatavad tüüblid/seotised. Selles uurimuses pandi liim nii lamelltüüblile, freesitud avausse ning ka liimitavale küljele. Nurkseotis talus suuremat pingetugevust kui survetugevust. [3] Selle nähtuse põhjuseks eeldatavasti on see, et survele on paindetugevus seotud sisesidususe tugevusega plaadis, samas kui seotiste paindetugevus on eeldatavasti seotud pinnaga, mis on paralleelne plaadi tasapinnaga [12, 13].

Atar *et al.* (2009) uurisid erineva suurusega lamelltüübelühendite surve ja diagonaalse paindetugevust korpusmööbli nurkseotistes. Uurimus viidi läbi kahe seotise, eerungseotise ja sileservseotise baasil. Parimad tulemused saadi melamiiniga kaetud kiudplaatide ning Desmodur VTKA liimiga läbi viidud seotistes. Tulemused näitasid, et lamelltüüblite kasutamine korpusmööbli nurkseotistes on mõistlik ning soovitasid seda teha. [2]

Saar (2014) uuris erinevate innovatiivsete lahtivõetavate kinnitusfurnituuride mehaanilisi omadusi erinevates korpusmööbli valmistamiseks kasutatavates materjalides. Tööst selgus, et nihkekatsetel olid kõrgemad tulemused vineerist katsekehal tõmmitsaga puittüüblil. [14]

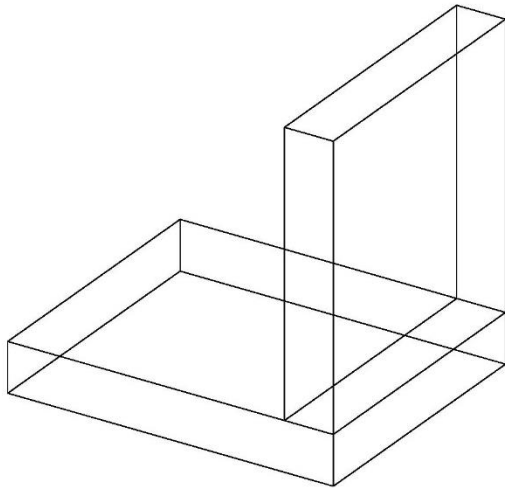
1.1. Nurkseotised

Sileservseotis ja eerungseotis on sagedasti kasutatavad seotised puidust ja puitplaatidest nurkraamseotiste tegemiseks korpusmööbli, riiulite ja sahtlite puhul. Neid ühendeid tugevdavad enamasti liimitud ristveedrid, tüüblid ja lamelltüüblid. Korpusmööbli nurkseotised saavad erinevat tüüpi koormusi nagu survekoormus, tõmbekoormus, vertikaalse löikekoormus ja paindemoment. [15]

Mööbli konstrueerimine toimub luues sobivaid sidemeid konkreetsete elementide, alamkoosseisude ja komplektide vahel. Õigete seotiste valimine sõltub peamiselt konstruktsiooni tüübist ja vormist, kuid peaks alati tagama seotise suure jäikuse ja tugevuse ning tehnoloogiliselt hõlpsa teostuse [6]. Seotised on üldiselt mööbli kõige nõrgemad osad ning on rikete esmaseks põhjuseks [7], nende tugevus ja jäikus määravad harilikult mööbli tugevuse ja jäikuse [16] ning nende disain on üks olulisemaid osi mööbli tootmisprotsessist, eelkõige selle tööstusaru puidupõhiste kaupade osas [17].

1.1.1. Sileservseotis

Sileservseotis (*ingl. butt joint*) (joonis 1) on kõige lihtsamat tüüpi nurkseotis, kus detaili ühendatavale pinnale ei tehta ühtegi sisselõiget. See seotis on suhteliselt nõrk. [8]

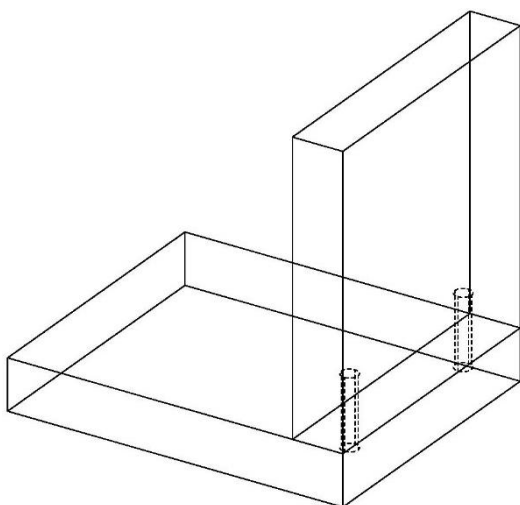


Joonis 1. Sileservseotis.

Sileservseotise vastupidavus ning tugevus sõltuvad suurel määral selle liimitava ala pindalast ning kiudude suunast [9]. Täisnurkseid silenurki kasutatakse kergete raamide ning väikeste karpide valmistamisel [8].

1.1.2. Tüübelseotis

Puittüüblid (*ingl. dowel, dowel pin*) on silindrikujulised pulgad, mis ühendavad puitdetaile omavahel sobivate puuritud avade (tüüblipesade) kokku liimimise teel tüübelseotiseks (joonis 2). Nende põhifunktsioon mööblitööstuses on tapikeelte asendamine, seotiste tugevdamine või joondamine. [10]



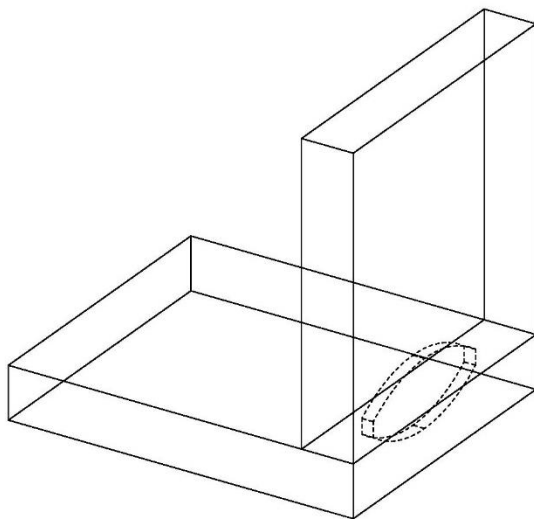
Joonis 2. Tüübelseotis.

Tüübleid toodetakse enamasti kasest, vahtrast või pöögist diameetriga 6-12,5 millimeetrit ning erinevate pikkustega. Tüübli servad on tahutud et hõlbustada tüübli sisestamist avausse. Tüübli sisestamine võib tekitada kolvi efekti, surudes õhu ja liimi avause põhja, see hüdrauliline surve võib muuta valmistamise raskeks ja võib detaili purustada. Selle leevendamiseks on tüüblitel sirged või spiraalsed sooned. Tüübli diameeter peaks olema $\frac{1}{3}$ kuni $\frac{1}{2}$ detaili paksusest. [10]

Tüüblite kasutamine on otstarbekas kui seotis pole disaini osa ja seotisele mõjuvad jõud ei kohaldu tüüblitele. Tüübelseotised on enamasti sileservühenduses, seega piisab lihtsast toorikute ühendamiseks. Tüübelseotis nõuab vaid seda, et osad oleksid teineteise suhtes täisnurga all ja tüübliavad asetseksid otse ning kohakuti. [10]

1.1.3. Lamelltüübelseotis

Lamelltüüblid on välja töötatud 1950. aastatel Šveitsi tislari Herman Steiner'i poolt [1]. Lamelltüübelseotist (*ingl. biscuit joint, plate joint*) (joonis 3) hakati kasutama vineeri ja piltlaastplaadist detailide ühendamiseks, kuid on üha populaarsem ka täispuidust detailide ühendamisel [10]. Lamellid on õhukesed enamjaolt pöögist pressitud kettad, mida kasutatakse detailide ühendamiseks samamoodi nagu irdtappe, tüübleid ning sulundeid [10].



Joonis 3. Lamelltüübelseotis.

Lamelltüübli valmistamiseks puu kooritakse ja lõigatakse õhukesteks lehtedeks ning seejärel kuivatatakse. Kui lehed on kuivad, saadakse neist stantsiga pressimise teel lamelltüubleid. Kasutamisel kokku pressitud lamelltüübel imab niiskust vee-baasil kasutatavast liimist ja paisub ühendatavates pindades nii, et ühenduskohas tekib tugev side lukustades lamelltüübli kindlalt pessa. Kindlustamaks, et seotis on tugev, on lamelltüübli kiudude suund pikkuse suhtes diagonaalselt, mis ennetab lamelltüübli pooleks murdumist [11]. Võrreldes valmistamist ja kokkupanemise aega, on lamelltüübelseotisi sageli kiirem ja odavam toota kui tüübelseotisi, need võimaldavad võrreldes tavaliste tüüblitega kasutada õhukesemat varu ning hõlpsamini täpset ühtlast joondust hoida [1]. Lamelltüübelseotiste valmistamiseks kasutatakse lamellifreesi, mille funktsioon on kalibreeritud avade lõikamine ühendatavatesse detailidesse. Igasse poolringikujulisse avasse mahub pool lamelltüüblit [10].

Enimkasutatavad lamelltüüblite standardsed suurused on number 0 (47×15 mm), number 10 (53×19 mm), number 20 (56×23 mm). Kõigi eelnevate lamelltüüblite paksuseks on 4 mm. [18] Kõigi nende kolme erineva suurusega lamelltüüblite avade freesimiseks kasutatakse ühe suurusega lamellifreesi (freesi läbimõõt 100 mm ja paksus 4 mm). Enimkasutatav lamelltüübli suuruseks on number 20 [19].

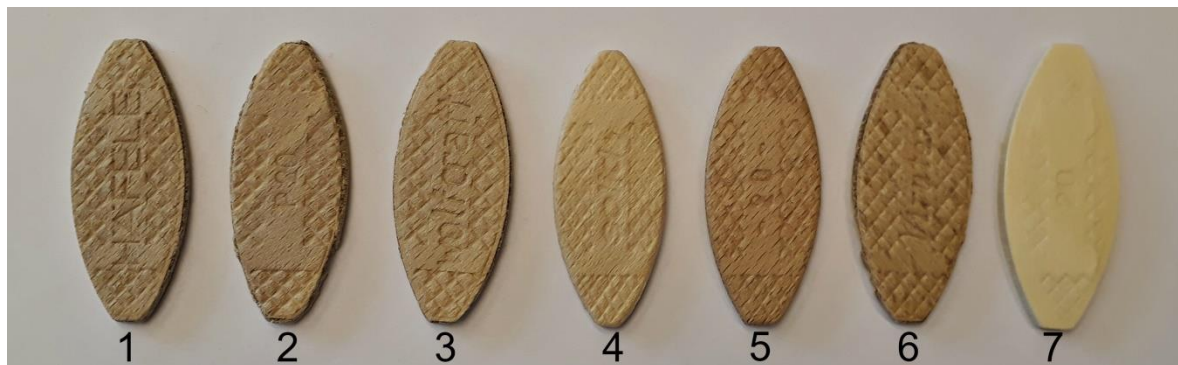
2. MATERJAL JA METOODIKA

Katsekehade uurimise jaoks vajalikud detailid valmistati autori poolt Eesti Maaülikooli puutöökojas. Katsetusmetoodika ja detailid valmistati vastavalt Tankut ja Tankut, Saar ning Zhang ja Eckelman'i, artiklites käsitletud meetodite järgi [3, 9, 11]. Katsed viidi läbi puiduteaduste laboris.

2.1. Materjal

2.1.1. Lamelltüüblid

Käesolevas uurimuses kasutati lamelltüüblit number 20 mõõtmetega 23×56 mm. Kasutati seitsme eri tootja lamelltüübleid (joonis 4).



Joonis 4. Uurimuses kasutatud lamelltüüblid tootjate alusel: 1) Häfele GmbH & Co KG; 2) kwb Germany GmbH; 3) wolcraft GmbH; 4) SOLID Paweł Pasierb; 5) Lamello AG ; 6) Virutex ®; 7) KREATOR.

Uurimuses kasutatud lamelltüüblid jaotati tootjate alusel gruppidesse:

- 1) Häfele GmbH & Co KG lamelltüüblid, valmistatud pöögist;
- 2) kwb Germany GmbH lamelltüüblid, valmistatud pöögist;
- 3) wolcraft GmbH lamelltüüblid, valmistatud pöögist;
- 4) SOLID Paweł Pasierb lamelltüüblid, valmistatud pöögist;

- 5) Lamello AG lamelltüüblid, valmistatud pöögist;
- 6) Virutex ® lamelltüüblid, valmistatud pöögist;
- 7) KREATOR lamelltüüblid, valmistatud nelja kihilisest haava vineerist.

2.1.2. Vineer

Uurimustöös kasutati niiskusekindlat fenool-formaldehüüdvaiguga liimitud kasevineeri plaati, sort BB/CP, mõõtmetega 1500 × 3000 × 18 mm, millest lõigati katsekehad formaatsael Griggio SC32. Järgnevas tabelis (tabel 1) on välja toodud uurimuses kasutatud vineeri tarnija poolsed lubatud kasevineeri tehnilised näitajad.

Tabel 1. Uurimuses kasutatud vineeri tehnilised näitajad [20]

Niiskusesisaldus %	kuni 10%
Tihedus kg/m ³	630-700
Formaldehüüdi emisiooniklass EN 717	E1
Maksimaalne tõmbetugevus exterior kasevineeril MPa	≥ 40

Vineer valiti katsetuseks, kuna see on puidust homogeensema ehitusega ning tugevam. See talub suhteliselt hästi paindeid ning lööke, vineeriplaatidel on suur jäikus ning madal tihedus, vineeri on kerge kasutada ja töödelda. [21] Spoonikihid on eelnevast kihist 90° asetusega ning see kindlustab väiksema pundumise ning suurema mehaanilise tugevuse [22].

2.1.3. Liim

Käesolevas töös kasutati Casco Silva Aqua niiskuskindlat puiduliimi (joonis 5, lisa 1 tootekaart), mis on mõeldud kasutamiseks nii sise- kui ka välitingimustes. Antud liim on niiskuskindel ning pooljäik ja tagab värvitu ning vastupidava liimivuugi. Liim vastab EN 204/205 klass D3 nõuetele. Liimi tehnilised andmed: sideaineks polüvinüülatsetaat, kuivaine sisaldus 50%, lahustiks on vesi. Kasutamistemperatuur mitte alla +10 °C, paigaldusaeg +20 °C juures 8 minutit ja surveaeg 20 - 30 minutit. [23]



Joonis 5. Töös kasutatud Silva Aqua niiskuskindel puiduliim.

2.2. Metoodika

Katsed viidi läbi universaalse katsemasina Instron 3369, mis on varustatud Bluehill tarkvaraga. Instron 3369 katseseadme maksimaalne survejõud on 50 kN, maksimaalne kiirus 500 mm/min ning seade varustatud optilise nihkeanduriga. Katsed viidi läbi ruumi temperatuuril ~22 °C ja ruumi niiskus oli ~30%.

2.2.1. Katsekehade valmistamine

Igalt tootjalt valiti juhuslikult 100 tüüblit. Võttes pakist lamelltüübleid jäeti kõrvale ainult need tüüblid, mis polnud terviklikud (joonis 6). Iga grupp sai nummerduse, esimese tootja nummerdus oli 100-199, teise oma 200-299 *jne*. Pärast nummerdamist määrati katsekehade massid kaaluga KERN PLB 1000-2 (mõõtetäpsus/jaotise vahemik 0,01 grammi, mõõtevahemik 0-1000 g) ning mõõdeti katsekehade pikkused, laiused ning paksused digitaalse nihikmõõdikuga (täpsus 0,01 mm, mõõtevahemik 0-150 mm).



Joonis 6. Osa mehaaniliste vigastustega lamelltüübleid, mis välistati valimist.

Joonisel 6 on näha mõned näited mehaanilise vigastusega lamelltüüblitest, mis valimist eemaldati. Käesolevas töös ei määratud erinevate tootjate partiides olevaid praak lamelltüübleid, kuna tootjate pakendites olevad kogused olid erinevad jäädes 50 ja 1000 vahel.

Lamelltüübelseotiste valmistamiseks kasutati 18 mm paksust kasevineeri, millest lõigati välja katsekehade toorikud. Seejärel loodi rakis, mille abil sai freesida toorikute ots- ja külgpindadesse sama vahemaaga lamellide avad. Freesimiseks kasutati Lamello käsifreesi Top 21. Joonisel 7 on valmistatud rakis kinnitatuna laua külge, rakise peal on vineerist toorik, millesse lamellifreesiga freesiti külgava.



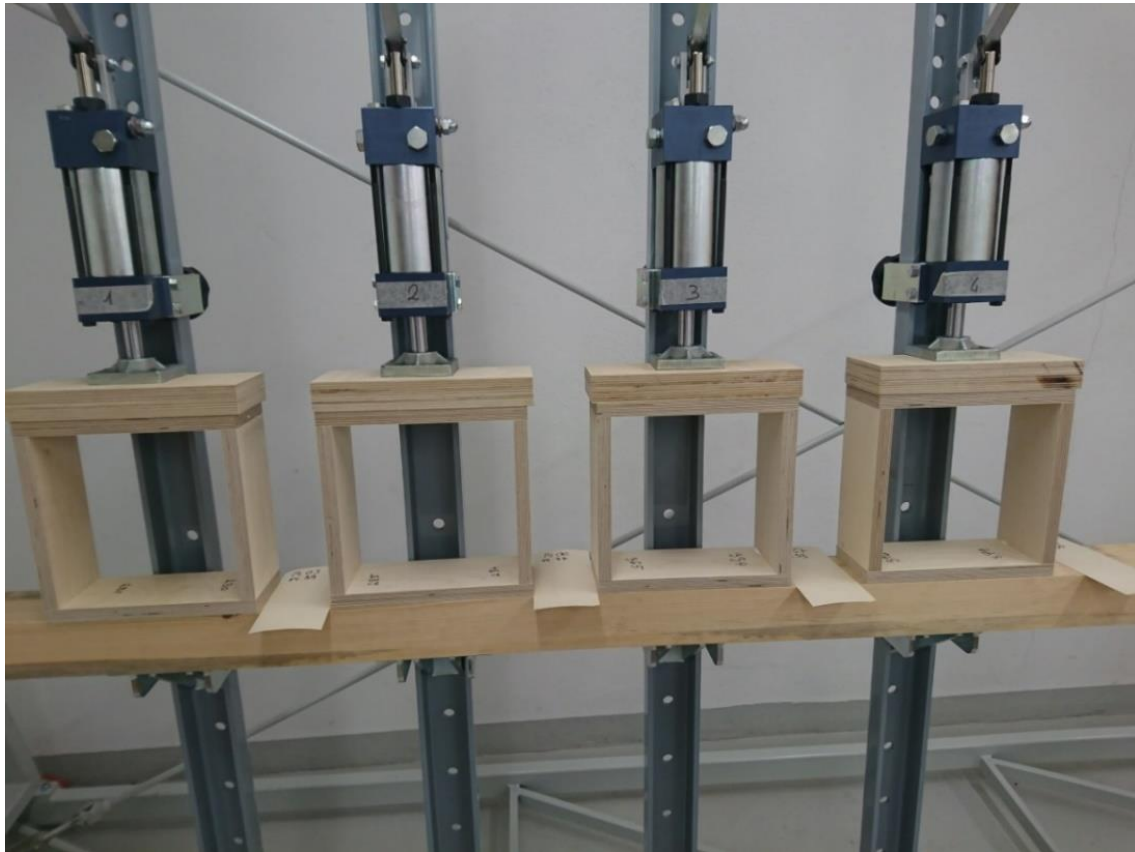
Joonis 7. Lamello lamellifrees rakisel freesimas tooriku külgpinnale lamelli ava.

Katsed viidi läbi detailidega, kus ühe külje mõõdud olid 120 x 120 x 18 mm, kuid tuginedes Saare (2014) [9] tööle, leiti et lihtsam ja kasulikum on valmistada kaste mõõtmetega 243×243×18 nurkseotiste tarbeks. Sellise lahenduse abil oli lihtsam kontrollida kõikide nurkade 90° vastavust ning lisaks on niimoodi detailide kokku pressimisele avalduv pinge seotistes ühtlasem. Ühendatavate detailide lamelli avadesse pandi 1 gramm liimi. Liimi doseerimiseks kasutati vastavaks tööks ettenähtud Lamello liimiaplikaatorit (joonis 8).



Joonis 8. Lamello liimiaplikaator, mida kasutati lamelltüübelseotiste liimimiseks.

Lamelltüübel pandi avasse käsitsi ning seejärel survestati karp raampressil Stromab STH/S (1 silindri survejõud 1500 kg) 30 minutiks. Joonisel 9 on näha kokku liimitud kastid pressi all. Tehnoloogiliseks ooteajaks oli 24 tundi, pärast mida saeti kastid lahti, igast kastist saadi 4 nurkseotist, millega katseid läbi viidi.



Joonis 9. Kokku liimitud lamelltüübelseotised pressi all.

Viidi läbi järgnevad katsed: paindekatsed lamelltüüblitega, survekatsed lamelltüübelseotistega, löikekatsed lamelltüübelseotistega. Katsekehade hulk erinevatele katsetele on välja toodud tabelis 2.

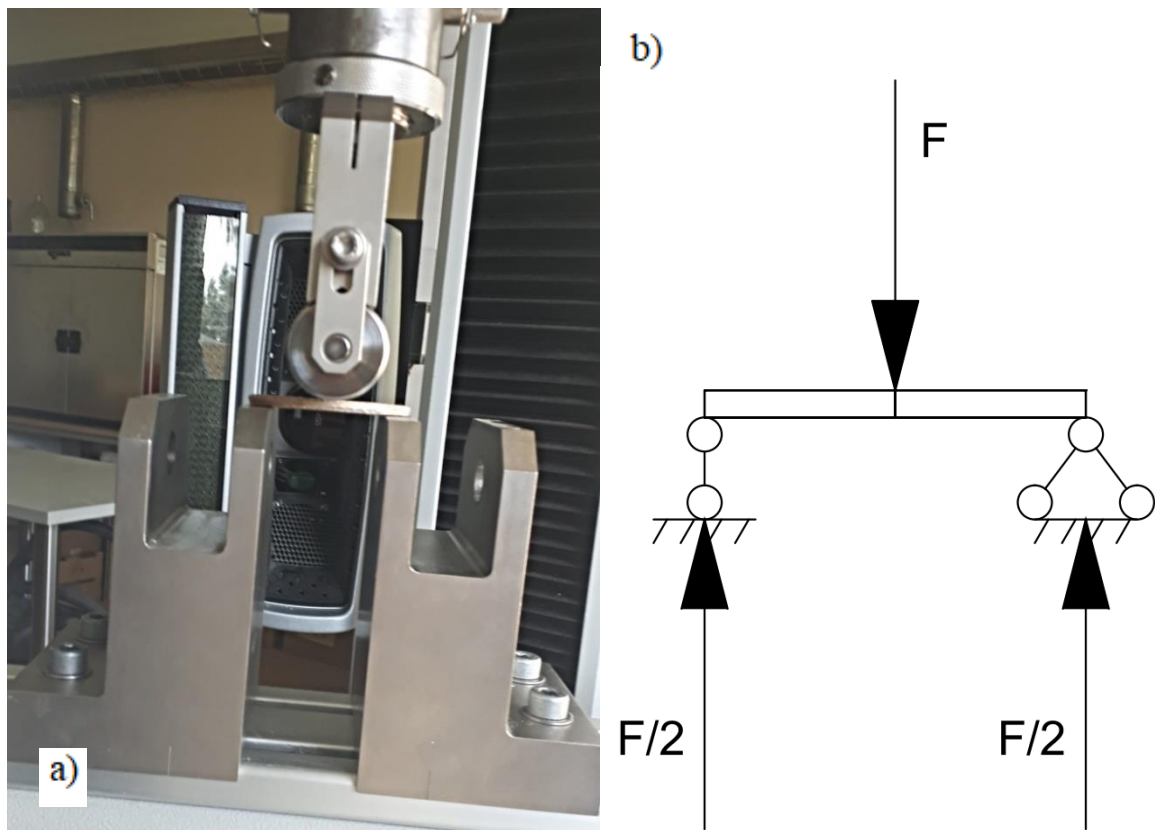
Tabel 2. Katseplaan

Grupp	Mõõdeti, kaaluti	Paindekatse	Survekatse	Lõikekatse	Kokku
1	100	25	14	15	154
2	100	25	14	12	151
3	100	25	13	14	152
4	100	25	14	14	153
5	100	25	14	13	152
6	100	25	13	14	152
7	100	25	14	14	153
Liim	-	-	13	13	26
Kokku:	700	175	109	109	1093

Algselt oli plaanis läbi viia ka diagonaalse tõmbe katseid kuid proovikatsekehade läbi viidud katsed näitasid, et selle katsega ei saa hinnata lamelltüüblite kvaliteeti vaid kasutatud materjali kõvadust (purunes vineer).

2.2.2. Paindekatsed

Paindekatse juures (joonis 10) kasutati katsemasina rulliku tugesid, kuhu peale pandi lamelltüübel pikkupidi nii, et selle keskkohht oleks aluse äärtest võrdsel kaugusel. Seejärel suruti lamelltüüblit purunemiseni, koormamis kiiruseks oli 100 N/min.

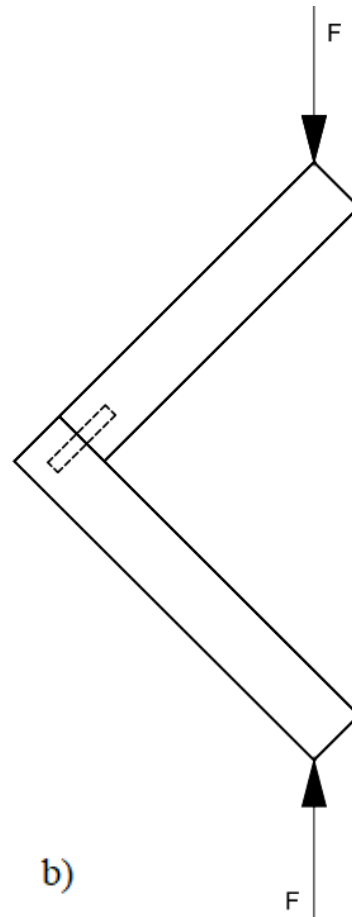


Joonis 10. a) paindekatse katsekeha asetatud katsemasinasse Instron 3369; b) paindekatse koormamisskeem, kus F tähistab jõudu.

Katsed viidi läbi 175 lamelltüübliga, igalt tootjalt valiti selleks 25 tükki (tabel 2).

2.2.3. Survekatsed

Survekatsetes kasutati L-tüüpi nurkseotisi. Survekatsete (joonis 11) puhul pandi katsekehad liikuva pea ning aluse vahele nii, et katsekehad olid fikseeritud, see aitas välistada katsekehade nihkumist ning seeläbi välistada nurga muutust katse käigus. Koormamis kiiruseks oli 5 mm/min.

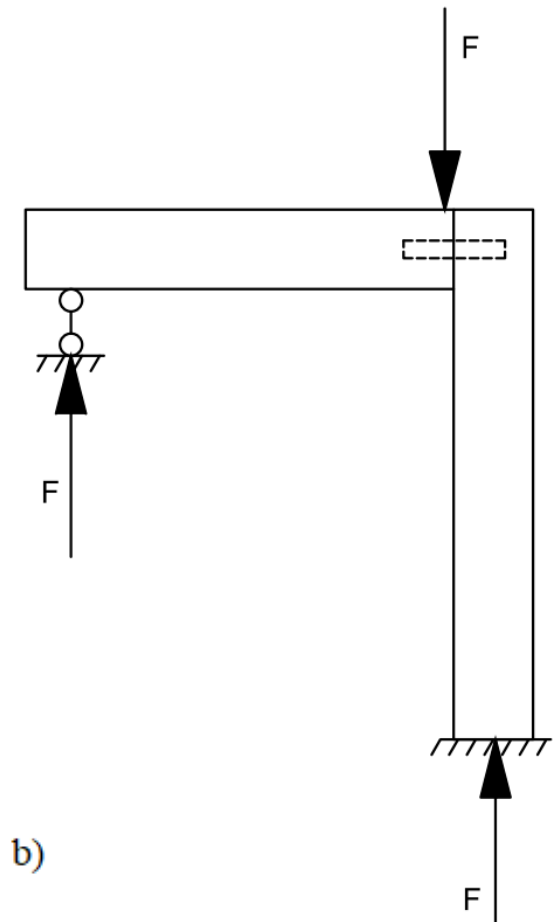
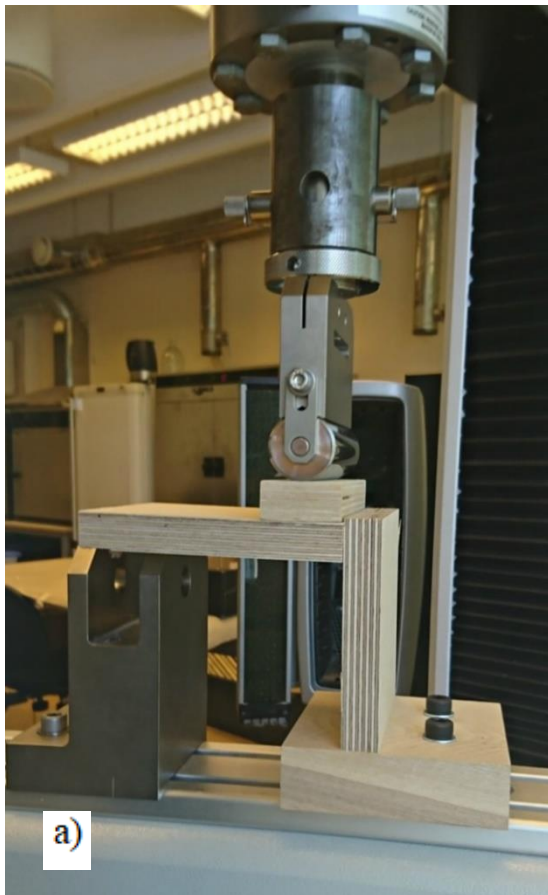


Joonis 11. a) survekatse katsekeha asetatud katsemasinasse Instron 3369; b) survekatse koormamisskeem, kus F tähistab jõudu.

Katsed viidi läbi 96 lamelltüübliga (tabel 2). Igalt tootjalt valiti esialgu vähemalt 12 lamelltüüblit.

2.2.4. Nihkekatsed

Nihkekatsete juures kasutati L-tüüpi seotist nagu ka survekatsete puhul. Nihkekatsede katsekehadena taaskasutati survekatse katsekehi, see külge, kus survekatse puhul oli otspinnas lamelltüübel, tasandati formaatsael, ning kasutati vastas külge uue ava freesimiseks, detaili uued mõõdud olid $120 \times 100 \times 18$ ning $97 \times 100 \times 18$ mm. Nihke katsete juures (joonis 12) kasutati masina rulliku tuge, millele asetati katsekeha horisontaalne külge, selleks et katsekeha oleks horisontaalselt, pandi vertikaalse külje alla puust kõrgendus, mis kinnitati masina aluse külge. Survepea ja katsekeha vahele asetati vineerist klots, mis jaotas jõudu ühtlasemalt. Koormamis kiiruseks oli 5 mm/min.



Joonis 12. a) nihkekatse katsekeha asetatud katsemasinasse Instron 3369; b) nihkekatse koormamisskeem, kus F tähistab jõudu.

Nihkekatsed viidi läbi 96 lamelltüübliga (tabel 1). Katseks vajalikud lamelltüüblid valiti sama skeemi järgi nagu survetugevuse katse puhul.

2.2.5. Andmetöötlus

Andmetöötluseks kasutati programmi Microsoft Excel, kuhu kanti lamelltüüblite mõõtmised ning kaal ja erinevate katsete andmed. Leiti maksimaalsed, minimaalsed ja keskmised väärtused, aritmeetiline keskmine ning standardhälve. Arvutati standardviga ning 95% usaldusnivoo. Lisaks kasutati vabavara statistilise andmetöötluse programmi R Studio, millega kontrolliti katsetulemuste aritmeetiliste keskmiste erinevuse olulisust (p -väärtus). Kahe valimi keskväärtuste omavaheliseks võrdlemiseks on kaks klassikalist testi: Student's t test juhul kui valim on sõltumatu, sama dispersiooniga ja normaaljaotusega; Wilcoxon

astaksummatest (Wilcoxon's rank-sum test) kui valim on sõltumatu, aga pole normaaljaotusega [24].

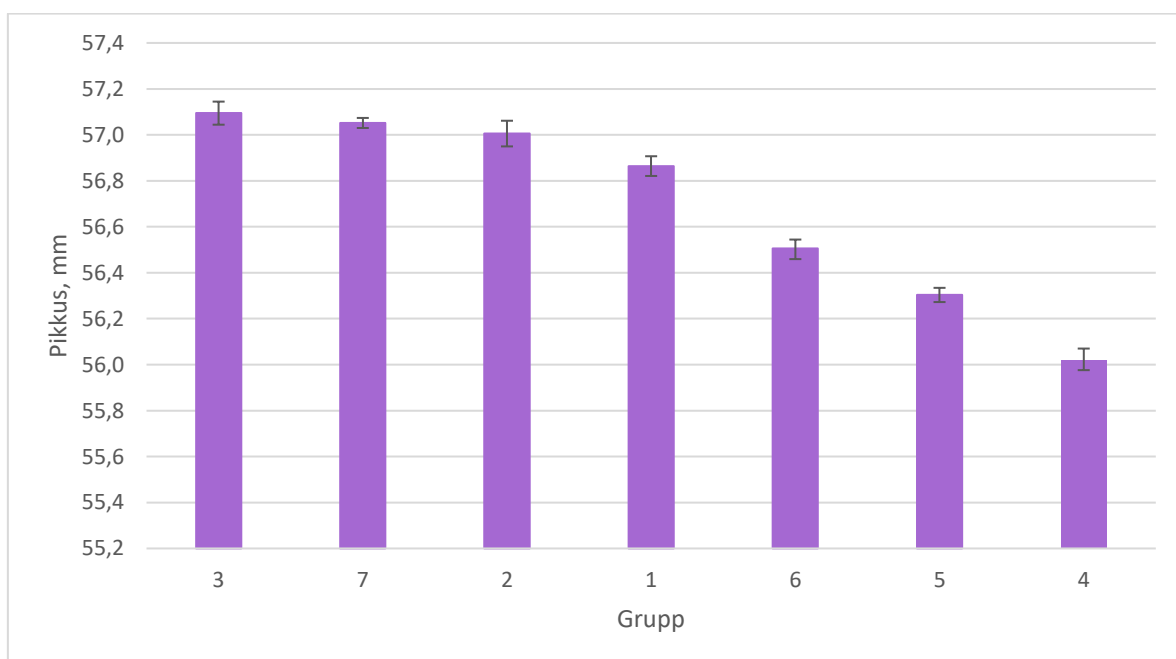
Vastavust normaaljaotusele kontrolliti Shapiro-Wilk testiga ($p < 0,05$ – ei vasta normaaljaotusele, $p > 0,05$ - vastab normaaljaotusele) [24].

3. TULEMUSED

Käesolevas peatükis esitatakse erinevate katsete tulemused ning analüüsitakse lamelltüüblite mõõtmeid, kaalu, suhtelist tihedust, paindetugevust, lamelltüüblite surveturvetugevust ning lõiketugevust ning nende nihkeid. Tulemuste algandmed on esitatud lisades 2-9.

3.1. Mõõtmised

Jooniselt 13 on näha erinevate gruppide lamelltüüblite keskmised pikkused.



Joonis 13. Lamelltüüblite keskmised pikkused grupiti kahanevas järjekorras koos 95% usaldusnivooga.

Alljärgnevas tabelis 3 on välja toodud lamelltüüblite pikkuste statistilised näitajad.

Tabel 3. Pikkuste statistilised näitajad (mm)

Grupp	1	2	3	4	5	6	7
Aritmeetiline keskmine	56,86	57,01	57,09	56,02	56,30	56,51	57,05
Standardviga	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01
Standardhälve	0,22	0,28	0,25	0,25	0,16	0,22	0,11
Min	56,21	56,33	56,48	55,50	55,75	54,94	56,83
Max	57,48	57,86	57,74	56,72	56,60	56,84	57,39

Tabelis 4 on lamelltüüblite keskmiste pikkuste p-väärtuste võrdlus.

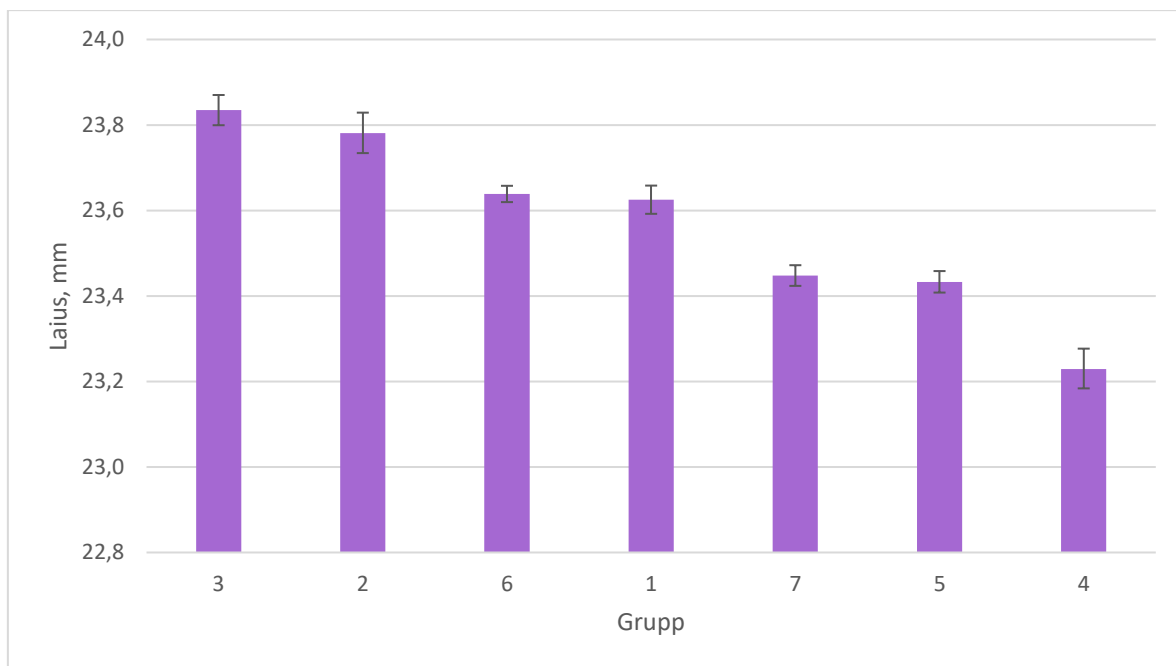
Tabel 4. Lamelltüüblite pikkuste p-väärtuste võrdlus

Grupp	1	2	3	4	5	6
2	9,55E-05					
3	6,38E-08	0,01999				
4	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16			
5	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16		
6	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16	
7	1,54E-09	0,1299	0,1243	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16

Märkus. Rohelise taustaga p-väärtused näitavad tulemuste statistilist erinevust ($p < 0$), punase taustaga väärtused statistilist erinevust ei näita ($p > 0$).

Lamelltüüblite pikkuste puhul on keskmiste tulemuste ning statistilise analüüsi puhul näha, et pikimad lamelltüüblid on 3., 7., ja 2., grupil, sellele järgnevad 1., 6., 5. ja 4. grupp. Kõikidel gruppidel, välja arvatud 2. ja 7. ning 3. ja 7. on omavaheline statistiline erinevus tõestatud. 7. grupp pole statistiliselt erinev ei 3. ega 2. grupist, samas need omavahel statistilist erinevust näitavad. Kõige lühemate lamelltüüblite pikkus on ligi 2% madalam kui kõige pikemate lamelltüüblite pikkus.

Joonisel 14 on välja toodud lamelltüüblite laiuste statistilised näitajad erinevates gruppides. Kõige laiemad lamellid on 3. grupis. Keskmise laiuse järgi on kõige kitsamad lamellid 4. grupis, samas kõikide mõõdetud lamellide keskmised laiused jäävad vahemikku 23-24 mm.



Joonis 14. Lamelltüüblite keskmised laiused grupiti kahanevas järjekorras koos 95% usaldusnivooga.

Tabelis 5 on välja toodud lamelltüüblite laiuste statistilised näitajad.

Tabel 5. Lamelltüüblite laiuste statistilised näitajad (mm)

Grupp	1	2	3	4	5	6	7
Aritmeetiline keskmine	23,63	23,78	23,83	23,23	23,43	23,64	23,45
Standardviga	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Standardhälve	0,17	0,24	0,18	0,24	0,13	0,10	0,12
Min	23,17	23,22	23,47	22,77	23,09	23,33	23,18
Max	24,14	24,41	24,29	24,06	24,07	24,05	23,86

Tabelis 6 on lamelltüüblite keskmiste laiuste olulisuse tõenäosuse võrdlus.

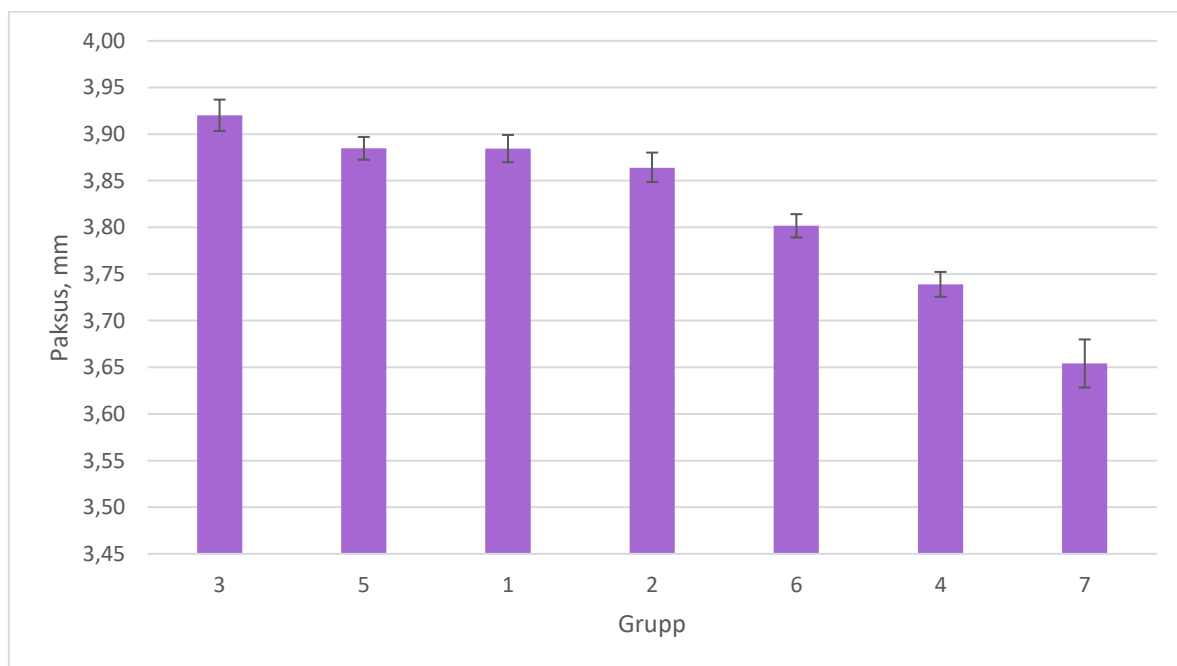
Tabel 6. Lamelltüüblite laiuste p-väärtuste võrdlus

Grupp	1	2	3	4	5	6
2	2,25E-06					
3	2,47E-15	0,01127				
4	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16			
5	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16	1,41E-13		
6	0,2729	2,97E-06	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16	
7	3,63E-15	2,2E-16	2,2E-16	6,26E-15	0,3956	2,2E-16

Märkus. Rohelise taustaga p-väärtused näitavad tulemuste statistilist erinevust ($p < 0$), punase taustaga väärtused statistilist erinevust ei näita ($p > 0$).

Kõige laiemad lamelltüüblid on 3. grupis, järgmine on 2. grupp ja 6. grupp, millel aga 1. grupiga statistiline erinevus pole tõestatud. Järgnevad 7. ja 5. grupp, millel omavahel statistiline erinevus tõestatud pole, kõige madalam keskmine laius on 4. grupil. Kõige enim varieerusid tulemused 2. ja 4. grupis.

Joonisel 15 on välja toodud lamelltüüblite keskmised paksused grupiti. Kõige paksemad lamelltüüblid on 3. grupis, mis on ka ainus grupp, kus lamelltüüblite keskmine paksus on üle 3,9 mm, kõige õhukesemad on 7. grupi lamelltüüblid, mis on 3,65 mm piiril.

**Joonis 15.** Lamelltüüblite keskmised paksused grupiti kahanevas järjekorras koos 95% usaldusnivooga.

Tabelis 7 on välja toodud lamelltüüblite paksuste statistilised näitajad.

Tabel 7. Lamelltüüblite paksuste statistilised näitajad (mm)

Grupp	1	2	3	4	5	6	7
Aritmeetiline keskmine	3,88	3,86	3,92	3,74	3,88	3,80	3,65
Standardviga	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Standardhälve	0,07	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,13
Min	3,73	3,67	3,73	3,56	3,72	3,65	3,36
Max	4,07	4,14	4,09	3,92	4,07	3,97	3,96

Tabelis 8 on lamelltüüblite keskmiste paksuste p-väärtuste võrdlus.

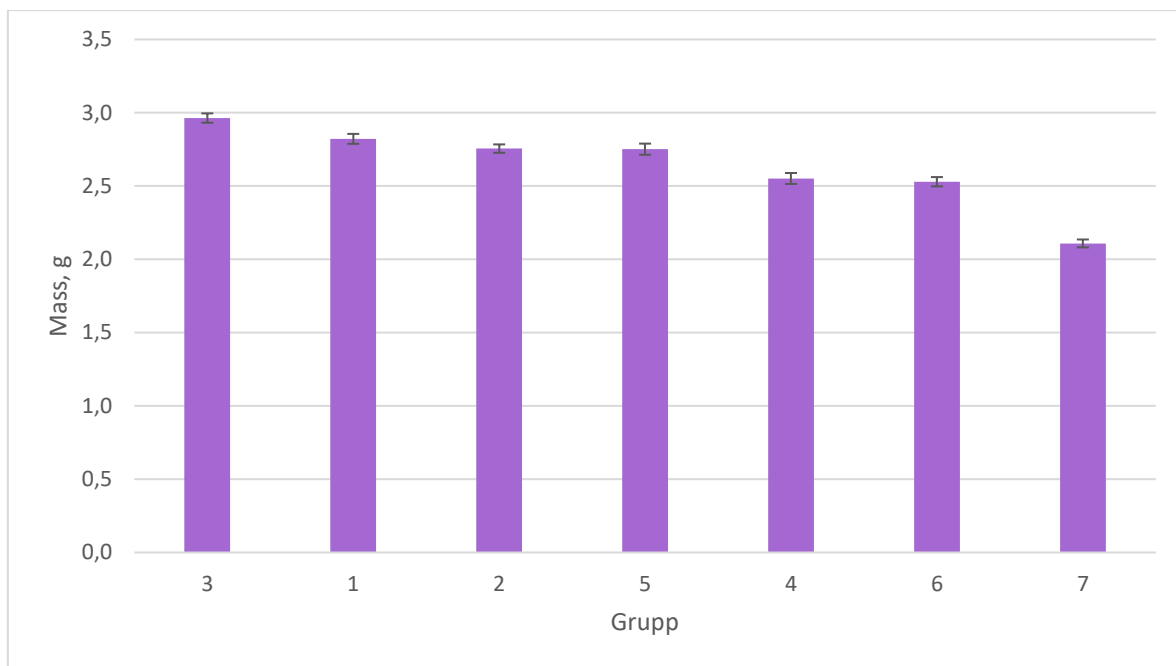
Tabel 8. Lamelltüüblite paksuste p-väärtuste võrdlus

Grupp	1	2	3	4	5	6
2	0,04839					
3	0,001715	1,35E-06				
4	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16			
5	0,9751	0,01497	0,00088	2,2E-16		
6	3,89E-15	3,54E-09	2,2E-16	1,12E-10	2,2E-16	
7	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16	3,91E-08	2,2E-16	2,2E-16

Märkus. Rohelise taustaga p-väärtused näitavad tulemuste statistilist erinevust ($p < 0$), punase taustaga väärtused statistilist erinevust ei näita ($p > 0$).

Lamelltüüblite paksuste puhul on kõrgeim tulemus 3. grupil, järgnevad 5. ja 1. grupp, millel omavahel statistiline erinevus tõestatud pole, neile järgnevad 2., 6., 4., ja 7. grupp, millel nii keskmine tulemus kui ka statistiline erinevus on tõestatud. Kõrgeima tulemuse ning madalaima tulemuse erinevus on alla 8%.

Joonisel 16 on välja toodud lamelltüüblite keskmised massid grupiti. Kõige raskemad lamelltüüblid on 3. grupis, kõige kergemad 7. grupis.



Joonis 16. Lamelltüüblite keskmised massid grupiti kahanevas järjekorras koos 95% usaldusnivooga.

Tabelis 9 on välja toodud lamelltüüblite massi statistilised näitajad.

Tabel 9. Lamelltüüblite massi statistilised näitajad (g)

Grupp	1	2	3	4	5	6	7
Aritmeetiline keskmine	2,82	2,76	2,96	2,55	2,75	2,53	2,11
Standardviga	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Standardhälve	0,17	0,14	0,16	0,19	0,19	0,16	0,14
Min	2,34	2,42	2,56	2,15	2,28	2,17	1,81
Max	3,17	3,18	3,30	3,08	3,36	2,93	2,47

Tabelis 10 on lamelltüüblite keskmiste masside olulisuse tõenäosus.

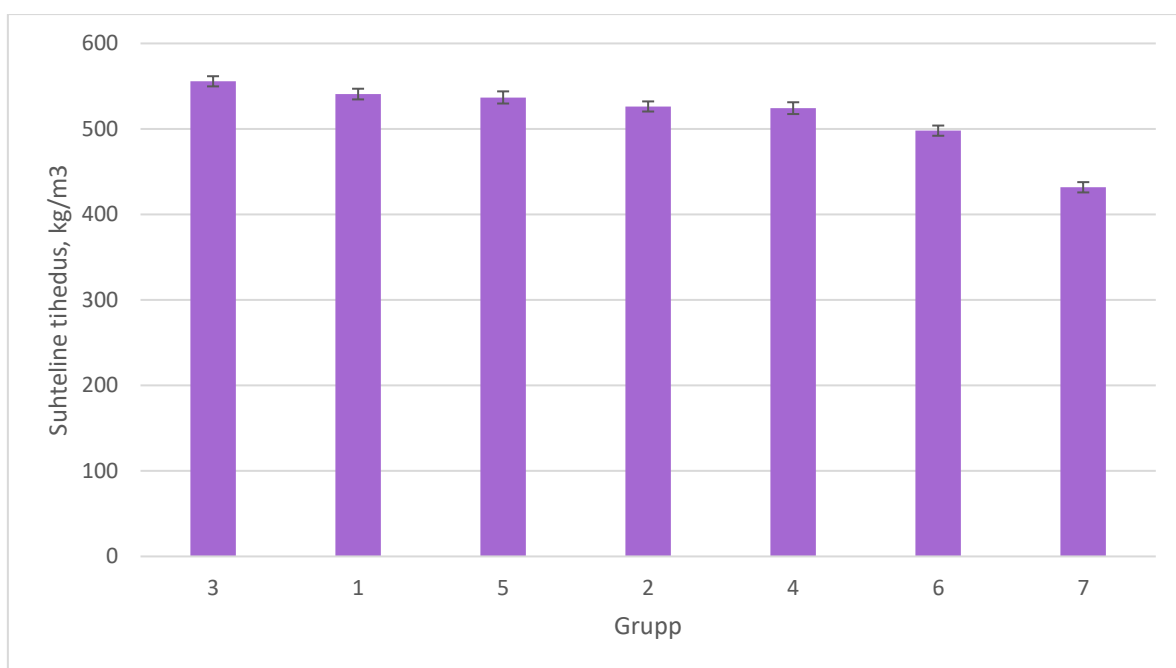
Tabel 10. Lamelltüüblite massi olulisuse tõenäosus

Grupp	1	2	3	4	5	6
2	0,00333					
3	6,68E-09	2,2E-16				
4	2,2E-16	3,78E-15	2,2E-16			
5	0,006685	0,8745	5,52E-15	2,96E-12		
6	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16	0,2442	2,10E-14	
7	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16

Märkus. Rohelise taustaga p-väärtused näitavad tulemuste statistilist erinevust ($p < 0$), punase taustaga väärtused statistilist erinevust ei näita ($p > 0$).

Kõige raskemad lamelltüüblid on 3. grupis. Sellele järgnevad 1., 2., ja 5. grupp, statistiline erinevus 2. ja 5. grupi vahel pole tõestatud. Järgmised on 4. ja 6. grupp, mille puhul statistiliselt pole erinevus tõestatud. Kõige kergemad on 7. grupi lamelltüüblid. 3. grupi lamelltüüblite keskmine kaal on 2,96 g ning 7. grupil 2,11 g.

Joonisel 17 on näha lamelltüüblite keskmised suhtelised tihedused grupiti. Suhteline tihedus arvutati risttahuka ruumala järgi ning see ei näita lamelltüübli tihedust vaid lamelliga samaväärsete mõõtmetega ning kaaluga risttahuka tihedust.



Joonis 17. Lamelltüüblite suhteline keskmine tihedus grupiti kahanevas järjekorras koos 95% usaldusnivooga

Tabelis 11 on välja toodud lamelltüüblite suhtelise tiheduse tulemused.

Tabel 11. Lamelltüüblite suhtelise tiheduse statistilised näitajad (kg/m³)

Grupp	1	2	3	4	5	6	7
Aritmeetiline keskmine	540,79	526,29	555,73	524,32	536,84	497,93	431,78
Standardviga	3,14	2,98	3,00	3,48	3,58	3,07	3,03
Standardhälve	31,44	29,78	29,96	34,79	35,80	30,73	30,34
Min	455,91	455,82	484,04	449,37	443,32	427,64	368,33
Max	611,69	596,46	640,12	621,20	642,84	592,49	520,16

Tabelis 12 on lamelltüüblite keskmiste suhteliste tiheduste p-väärtuste võrdlus.

Tabel 12. Lamelltüüblite suhtelise tiheduse p-väärtuste võrdlus

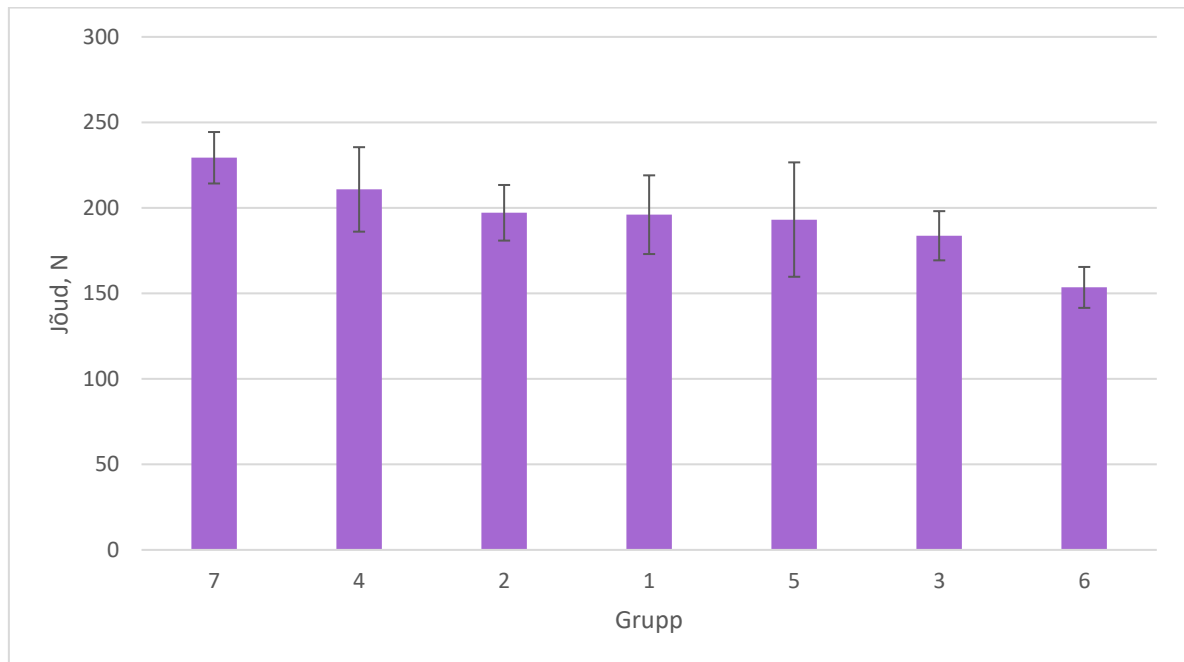
Grupp	1	2	3	4	5	6
2	0,000973					
3	0,000711	4,62E-11				
4	0,000553	0,6683	1,01E-10			
5	0,4083	0,02455	7,55E-05	0,01295		
6	2,2E-16	3,59E-10	2,2E-16	8,06E-08	3,43E-13	
7	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16	2,2E-16

Märkus. Rohelise taustaga p-väärtused näitavad tulemuste statistilist erinevust ($p < 0$), punase taustaga väärtused statistilist erinevust ei näita ($p > 0$).

Suhteliste tiheduste puhul on eesotsas jällegi 3. grupp, sellele järgneb 1., ja 5. grupp (statistiline erinevus pole tõestatud), 2. ja 4. grupp (statistiline erinevus pole tõestatud). Järgnevad 6. ja madalaima tulemusega 7. grupp. Suhtelise tiheduse erinevused kõige kõrgema ja kõige madalama vahel on 123,95 kg/m³.

3.2. Paindekatse tulemused

Joonisel 18 on välja toodud lamelltüüblite paindekatse tulemused gruppide kaupa.



Joonis 18. Lamelltüüblite paindekatse keskmised tulemused grupiti kahanevas järjekorras koos 95% usaldusnivooga.

Tabelis 13 on välja toodud paindekatse statistilised näitajad.

Tabel 13. Lamelltüüblite paindekatse statistilised näitajad grupiti (N)

Grupp	1	2	3	4	5	6	7
Aritmeetiline keskmine	196,02	197,14	183,72	210,81	193,17	153,49	229,33
Standardviga	11,15	7,88	6,97	11,97	16,20	5,80	7,29
Standardhälve	55,75	39,38	34,85	59,85	81,02	28,99	36,45
Min	91,29	131,63	111,10	115,27	46,13	97,98	182,60
Max	321,95	260,41	254,48	384,14	388,97	226,18	316,57

Tabelis 14 on paindekatse keskmiste suhteliste tiheduste olulisuse tõenäosus.

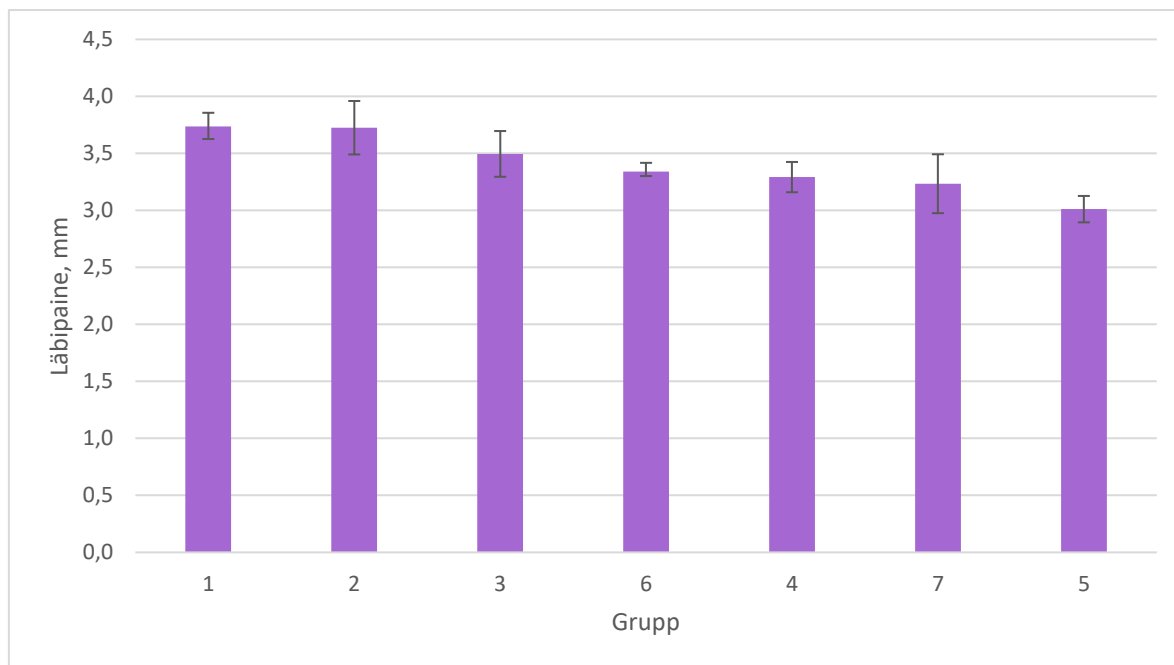
Tabel 14. Paindekatsse tulemuste olulisuse tõenäosus

Grupp	1	2	3	4	5	6
2	0,9352					
3	0,3548	0,208				
4	0,3708	0,3458	0,05776			
5	0,8851	0,8266	0,5959	0,386		
6	0,001734	5,54E-05	0,00169	0,00013	0,02826	
7	0,01648	0,004293	4,03E-05	0,1938	0,04984	1,94E-10

Märkus. Rohelise taustaga p-väärtused näitavad tulemuste statistilist erinevust ($p < 0$), punase taustaga väärtused statistilist erinevust ei näita ($p > 0$).

Paindekatsse (N) tulemustes on kõrgeim tulemus 7. grupil, mis aga statistiliselt ei erine 4. grupist. 4. grupp ei erine aga lisaks veel 5., 1., 2., ning ka 3. grupist. 2., 1., 5. ja 3. grupp erinevad 7. ning madalaimast tulemusest 6. grupist. 6. grupi tulemus oli oluliselt madalam teistest gruppidest (erinevus tõestatud kõikide gruppidega), 6 grupp oli 7. grupist pea 50% madalama aritmeetilise keskmisega.

Lamelltüüblite keskmised läbipaine erinevused paindekatsel (joonis 19), erinevate gruppide keskmised erinesid üksteisest alla 1 mm.



Joonis 19. Lamelltüüblite paindekatsse läbipaine grupiti kahanevas järjekorras koos 95% usaldusnivooga.

Järgnevast tabelist 15 on näha lamelltüüblite läbipainde statistilised näitajad.

Tabel 15. Lamelltüüblite paindekatse läbipainde statistilised näitajad (mm)

Grupp	1	2	3	4	5	6	7
Aritmeetiline keskmine	3,74	3,72	3,50	3,29	3,01	3,34	3,23
Standardviga	0,12	0,11	0,10	0,06	0,06	0,06	0,13
Standardhälve	0,61	0,57	0,49	0,32	0,28	0,30	0,63
Min	3,10	2,96	2,65	2,55	2,20	2,76	2,33
Max	5,95	5,03	4,51	4,00	3,53	4,42	4,81

Tabelis 16 on paindekatse läbipainde p-väärtuste võrdlus.

Tabel 16. Paindekatse läbipainde p-väärtuste võrdlus

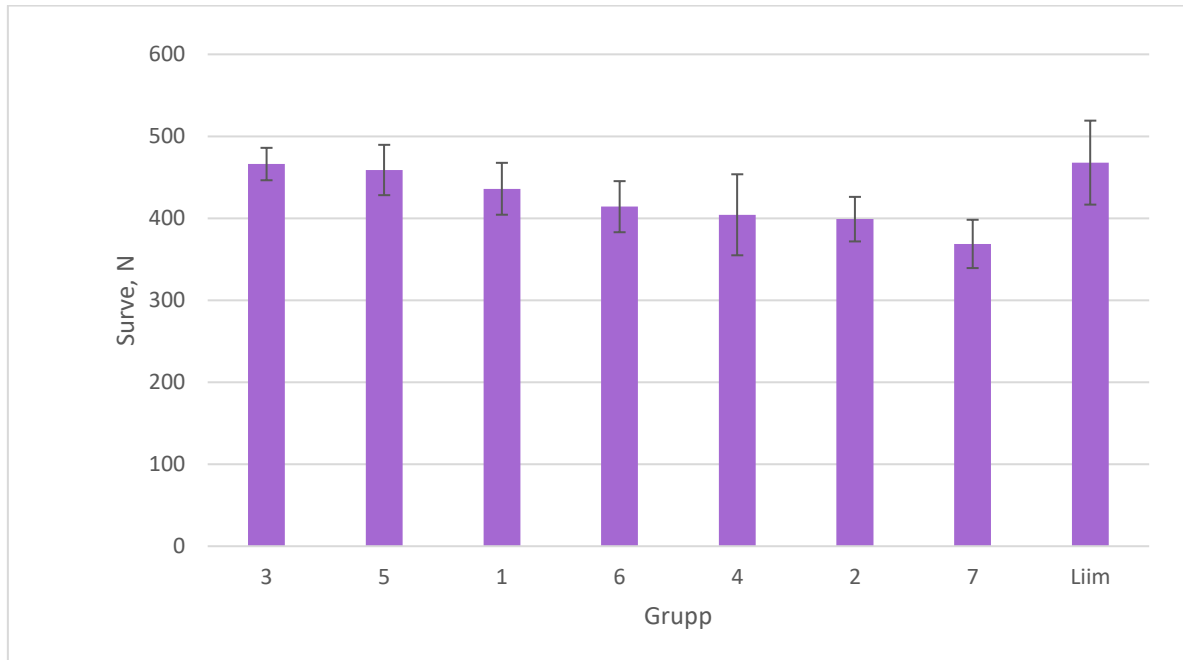
Grupp	1	2	3	4	5	6	7
2	0,9922						
3	0,198	0,1534					
4	0,00119	0,00231	0,07322				
5	1,24E-07	3,16E-06	8,33E-05	0,00233			
6	0,00222	0,01655	0,3839	0,4878	0,0001		
7	0,00143	0,0071	0,1036	0,7171	0,1163	0,09372	

Märkus. Rohelise taustaga p-väärtused näitavad tulemuste statistilist erinevust ($p < 0$), punase taustaga väärtused statistilist erinevust ei näita ($p > 0$).

Paindekatse (mm) tulemustes kõrgeim tulemus on 1., 2., 3. gruppidel, mis omavahel statistiliselt ei erine. 3. ning 6. grupp ei erine statistiliselt 4. grupist. 7. grupi lamelltüüblid on madalama tulemusega kui 1. ning 2. grupi omad, aga ülejäänud gruppidega statistilist erinevust pole tõestatud. Kõige madalama tulemuse sai 5. grupi lamelltüüblid, see on statistiliselt kõikidest gruppidest erinev, välja arvatud 7. grupi lamelltüüblitest. Kõige madalama aritmeetilise keskmise läbipainde sai 5. grupp, mis oli ligikaudu 25% madalam kui 1. grupil.

3.3. Survekatse tulemused

Survekatse tulemustest (joonis 20) on näha erinevate gruppide keskmised tulemused.



Joonis 20. Lamelltüübelseotiste survekatse keskmised tulemused grupiti koos 95% usaldusnivooga.

Tabelis 17 on välja toodud lamelltüübelseotiste survekatse statistilised näitajad.

Tabel 17. Lamelltüübelseotiste survekatse statistilised näitajad (N)

Grupp	1	2	3	4	5	6	7	Liim
Aritmeetiline keskmine	436,01	398,95	466,17	404,28	458,91	414,18	368,74	467,91
Standardviga	14,65	12,58	9,07	22,87	14,21	14,30	13,64	23,51
Standardhälve	54,81	47,06	32,71	85,58	53,18	51,56	51,02	84,75
Min	345,01	334,01	411,29	261,41	360,85	360,43	297,76	315,44
Max	529,28	522,88	532,86	534,79	570,41	528,38	465,52	624,17

Tabelis 18 on survekatse keskmiste koormiste p-väärtuste võrdlus.

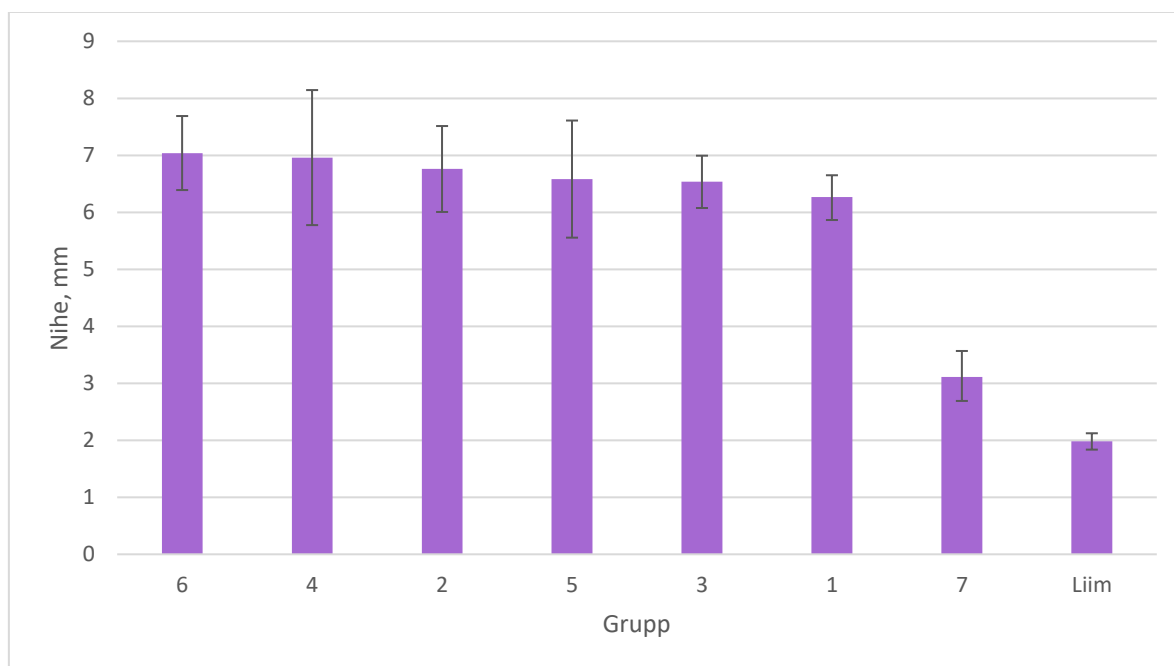
Tabel 18. Survekatse koormiste p-väärtuse võrdlus

Grupp	1	2	3	4	5	6	7
2	0,06619						
3	0,09436	0,00024					
4	0,2551	0,8403	0,02227				
5	0,2722	0,004031	0,671	0,05492			
6	0,2964	0,4315	0,00597	0,7171	0,03587		
7	0,00242	0,1156	5,19E-06	0,1962	0,000103	0,03017	
Liim	0,2628	0,01836	0,9456	0,06375	0,7464	0,0651	0,001659

Märkus. Rohelise taustaga p-väärtused näitavad tulemuste statistilist erinevust ($p < 0$), punase taustaga väärtused statistilist erinevust ei näita ($p > 0$).

Survekatse (N) tulemustes on kõrgeimad tulemused 3. grupis, mis statistiliselt ei erine 5., 1. ega liimi grupist. 5. grupp, ei erine veel statistiliselt 4. grupist. Kõige vähem varieerusid lamellide survekatse koormiste näitajad 3. grupis, standardhälve oli 32,71 N, mis oli 14,35 N madalam kui järgneval grupil.

Lamelltüübelseotiste survekatsetel tekkinud keskmised nihked on välja toodud joonisel 21.



Joonis 21. Lamelltüübelseotiste survekatse nihke keskmised tulemused grupiti koos 95% usaldusnivooga.

Järgnevas tabelis 19 on välja toodud lamelltüübelseotise survekatse nihke statistilised näitajad.

Tabel 19. Lamelltüübelseotiste survekatse nihke statistilised näitajad (mm)

Grupp	1	2	3	4	5	6	7	Liim
Aritmeetiline keskmine	6,27	6,76	6,53	6,96	6,58	7,04	3,11	1,98
Standardviga	0,56	0,35	0,21	0,55	0,48	0,30	0,62	0,07
Standardhälve	2,10	1,31	0,76	2,05	1,78	1,07	2,31	0,24
Min	1,66	4,95	5,26	1,76	1,86	5,11	1,44	1,62
Max	9,00	9,34	7,88	9,60	8,80	8,42	9,11	2,39

Tabelis 20 on survekatse keskmiste nihete p-väärtuste võrdlus.

Tabel 20. Survekatse nihke p-väärtuste võrdlus

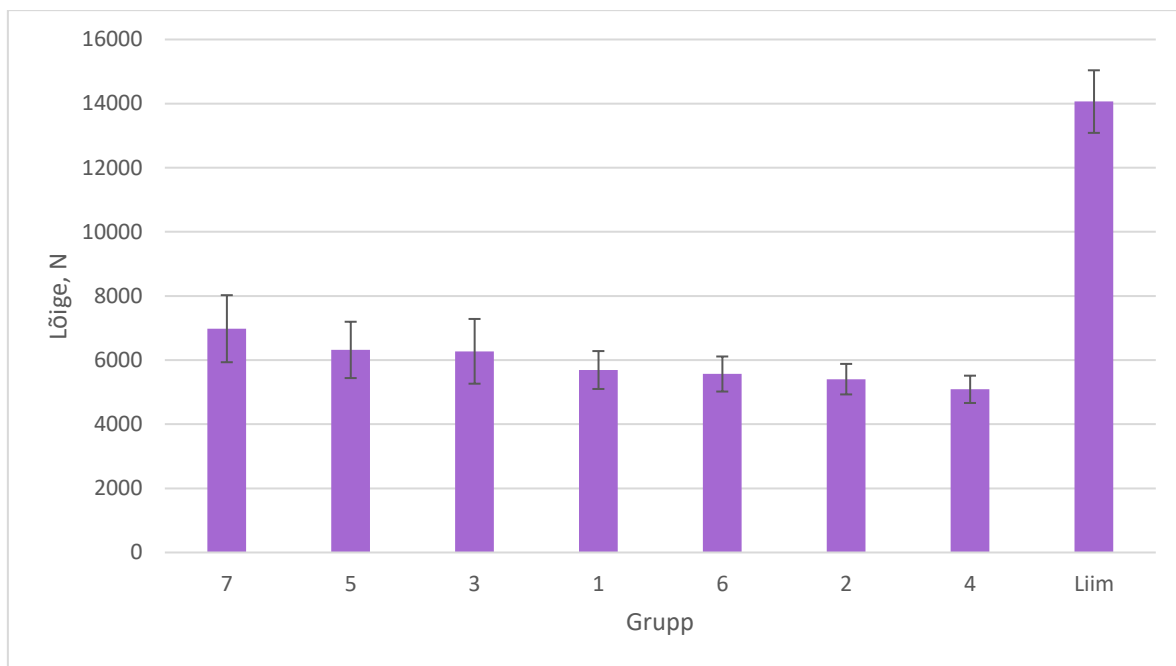
Grupp	1	2	3	4	5	6	7
2	1						
3	0,5603	0,55285					
4	0,2147	0,7612	0,479				
5	0,7006	0,7665	0,9271	0,6079			
6	0,3499	0,5474	0,1804	0,8993	0,4243		
7	0,0013	4,53E-05	5,06E-05	0,00017	0,00017	6,78E-05	
Liim	0,00089	2,27E-09	4,76E-12	4,74E-07	2,14E-07	3,33E-10	0,5768

Märkus. Rohelise taustaga p-väärtused näitavad tulemuste statistilist erinevust ($p < 0$), punase taustaga väärtused statistilist erinevust ei näita ($p > 0$).

Survekatse (mm) puhul ei saa öelda, et erinevad oleksid 6., 4., 2., 5., 3. ning 1. grupp, samas 7. grupp on kõikidest eelnimetatutest madalama tulemusega, kuid liimi grupist see statistiliselt ei erine, mis oli erinev aga kõikidest muudest gruppidest. Kõige madalama grupi (7. grupp) aritmeetiline keskmine tulemus on 2 korda väiksem kui teiste uuritud gruppide omad (3,11 mm). Sellest madalama tulemusega on vaid liimi grupp, mille aritmeetiline keskmine on 1,98 mm.

3.4. Lõikekatse tulemused

Lõikekatsete tulemustest (joonis 22) on näha erinevate gruppide keskmised tulemused. Kõige suuremat koormist talus kontroll katsegrupp liimitud sileservseotis, mis talus rohkem kui kaks korda suuremat koormist kui teised grupid.



Joonis 22. Lamellitüübelseotiste lõikekatse keskmised tulemused grupiti koos 95% usaldusnivooga.

Alljärgnevas tabelis 21 on välja toodud lamellitüübelseotiste lõikekatse statistilised näitajad.

Tabel 21. Lamellitüübelseotiste lõikekatse statistilised näitajad (N)

Grupp	1	2	3	4	5	6	7	Liim
Aritmeetiline keskmine	5690,62	5405,82	6273,83	5088,43	6317,93	5566,17	6979,34	14063,18
Standardviga	275,59	216,26	467,40	197,32	403,14	252,89	483,77	448,03
Standardhälve	1067,36	749,14	1748,86	738,29	1453,55	946,24	1810,11	1615,38
Min	3955,51	4279,91	4220,03	3370,60	4324,24	4211,07	4913,13	11486,99
Max	7833,24	6921,95	10722,30	6766,33	8658,89	7605,40	9657,66	17358,70

Tabelis 22 on lõikekatse keskmiste koormiste p-väärtuste võrdlus.

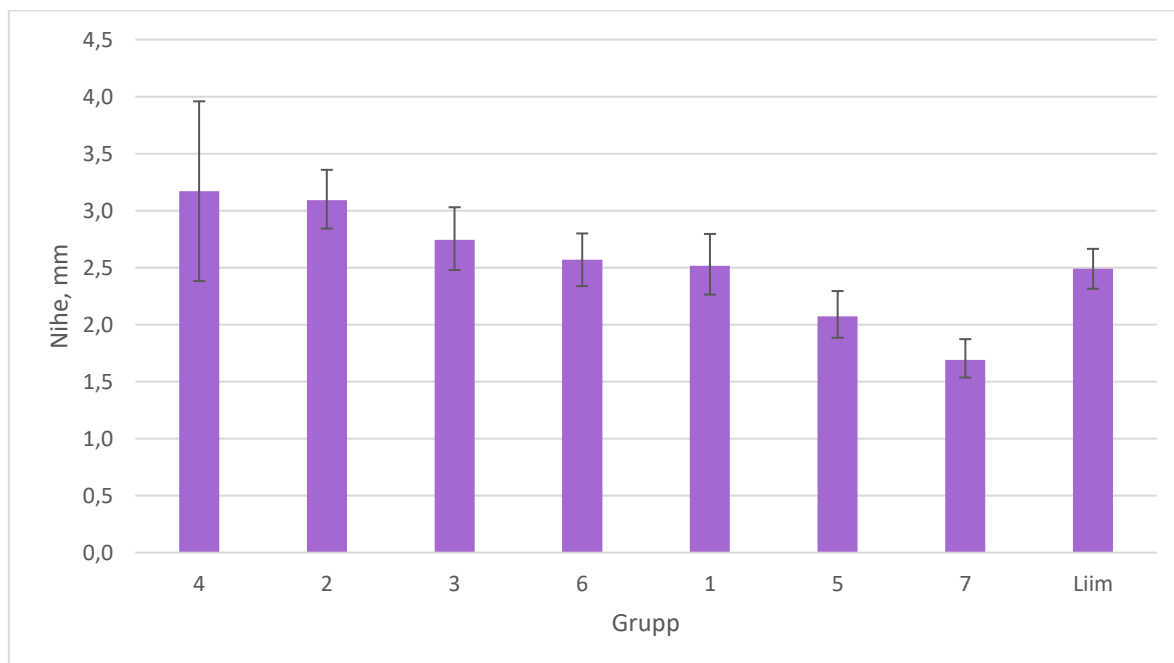
Tabel 22. Lõikekatse koormiste p-väärtuste võrdlus

Grupp	1	2	3	4	5	6	7
2	0,424						
3	0,532	0,274					
4	0,0878	0,2894	0,02412				
5	0,2125	0,06135	0,7564	0,01371			
6	0,7419	0,6343	0,3287	0,1491	0,1296		
7	0,03096	0,00826	0,3519	0,00208	0,3038	0,01772	
Liim	6,15E-13	2,29E-12	9,97E-08	2,04E-12	3,51E-12	9,32E-13	7,52E-11

Märkus. Rohelise taustaga p-väärtused näitavad tulemuste statistilist erinevust ($p < 0$), punase taustaga väärtused statistilist erinevust ei näita ($p > 0$).

Lõikekatse (N) kõrgeim tulemus oli 7. grupil, mis pole aga statistiliselt erinev 5. ning 3. grupist. Järgneb 1. grupp, mis pole statistiliselt erinev vaid 7. ning liimi grupist. Sellele järgneb 6. grupp, mis on statistiliselt erinev vaid 7. ning liimi grupist. 2. grupp on statistiliselt erinev jällegi vaid 7. ning liimi grupist. 4. grupp on erinev 3. grupist, 5., 7. ja liimi grupist. Lõikekatse koormiste juures oli kõige suurema varieeruvusega tulemustega 7. grupp, mille standardhälve oli 1810,11 N, minimaalne 4913,13 N ja maksimaalne 9657,66 N.

Joonisel 23 on näha lõikekatse nihke keskmised tulemused.



Joonis 23. Lamelltüübelseotiste lõikekatse nihke keskmised tulemused grupiti koos 95% usaldusnivooga.

Tabelis 23 on välja toodud lamelltüübelseotiste lõikekatse nihke statistilised näitajad.

Tabel 23. Lamelltüübelseotiste lõikekatse nihkestatistilised näitajad (mm)

Grupp	1	2	3	4	5	6	7	Liim
Aritmeetiline keskmine	2,52	3,09	2,74	3,17	2,07	2,57	1,69	2,49
Standardviga	0,36	0,40	0,39	0,36	0,30	0,33	0,24	0,08
Standardhälve	1,39	1,39	1,46	1,37	1,09	1,24	0,89	0,29
Min	1,12	1,22	1,16	1,01	1,25	1,07	1,08	1,98
Max	4,53	5,01	4,91	5,58	4,57	4,12	4,45	2,94

Tabelis 24 on lõikekatse keskmiste nihete olulisuse tõenäosuste võrdlus.

Tabel 24. Lõikekatse nihete p-väärtuste võrdlus

Grupp	1	2	3	4	5	6	7
2	0,06597						
3	0,3248	0,7764					
4	0,2941	0,7965	0,5969				
5	0,9446	0,1392	0,2051	0,06117			
6	1	0,2333	0,5343	0,2229	0,3679		
7	0,2827	0,03209	0,01883	0,00869	0,1636	0,08373	
Liim	0,7818	0,209	0,5596	0,08288	0,05666	1	0,01027

Märkus. Rohelise taustaga p-väärtused näitavad tulemuste statistilist erinevust ($p < 0$), punase taustaga väärtused statistilist erinevust ei näita ($p > 0$).

Lõikekatse (mm) aritmeetiliselt kõrgeima tulemuse sai 4. grupp, mis aga statistiliselt on erinev vaid 7. grupist. Statistilised erinevused lõikekatsete nihete puhul on vaid 7. grupil 2., 3., 4. ning liimi grupiga. 7. grupi lõikekatse keskmiste nihe on 1,48 millimeetrit väiksem kui 4. grupil. Liimi grupi ja 7. grupi erinevus on aga 0,8 mm. Seega on kõige madalam grupp kontrollgrupist madalam umbes 47% ning kõrgeimast grupist lausa ligi 88%.

3.5. Erinevate gruppide võrdlus

Aritmeetiliste keskmiste tulemuste ja mõõtmiste järgi katsetes koostati tabel (tabel 25), kus anti hinnang 7 punkti skaalas, kus 1 punkt tähistab kõige kehvemat tulemust ning 7 punkti kõige kõrgemat tulemust.

Tabel 25. Aritmeetiliste keskmiste katsetulemuste ning mõõtmiste järgi koostatud hinnang 7 punkti skaalas, kus 1- madalaim tulemus, 7- kõrgeim tulemus

Grupp	1	2	3	4	5	6	7
Paine (N)	4	5	2	6	3	1	7
Nihe (mm)	7	6	5	3	1	4	2
Surve (N)	5	2	7	3	6	4	7
Nihe (mm)	2	5	3	6	4	7	1
Lõige (N)	4	2	5	1	6	3	7
Nihe (mm)	3	6	5	7	2	4	1
Kokku	25	26	27	26	22	23	25
Pikkus (mm)	4	5	7	1	2	3	6
Laius (mm)	4	6	7	1	2	5	3
Paksus (mm)	5	4	7	2	6	3	1
Mass (g)	6	5	7	3	4	2	1

Aritmeetiliste keskmiste tulemuste järgi, on kõrgeim tulemus 3. grupil, milleks on wolcraft GmbH ning madalaim tulemus 5. grupil, milleks on Lamello AG tootja lamelltüüblid kuid kui vaadelda aritmeetilisi tulemusi koos statistiliste erinevustega, ei saa käesolevas töös välja tuua ühegi lamelltüübli tootja paremust teistest tootjatest. Uurimusest selgus veel, et katsete tulemustel ning mõõtmisel omavahelist seost ei ole, näiteks mõõtmisel kõige suuremad lamelltüüblid ei saavutanud kõikides katsetes kõige kõrgemaid tulemusi ning mõõtmisel kõige väiksemad kõige väiksemaid tulemusi.

Seega statistiliselt ei ole tõestatud ühegi tootja üldine paremus teistest lamelltüüblite tootjatest. Selle põhjuseks võib olla see, et erinevate katsete puhul on valimi maht liiga madal ning täpsemate tulemuste saavutamiseks on tarvis valimi mahtu suurendada.

Survetugevuse katsete puhul ning lõiketugevuse katsete puhul oli lisaks uuritavatele lamelltüüblite gruppidele lisandunud liimitud sileservseotis, mis mõningal juhul saavutas kõrgemaid tulemusi kui lamelltüübelseotised. Kõrgemad tulemused olid põhjustatud sellest, et sileservseotisel oli liimi pindala 1800 mm², samas lamelltüübelseotistel fikseeris liim vaid tüübli pessa. Soovitus, väiksemate toote partiide puhul võiks lisaks lamelltüüblitele kasutada ka ühendatavate servade katmist liimiga, sest tugevuse seisukohalt täiendavad need üksteist, suurte partiide puhul see mõistlik ei ole, sest toote valmistamise aeg sellisel juhul oleks liiga pikk.

KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli võrrelda erinevate tootjate number 20 suuruses lamelltüübleid ning välja selgitada neist tugevaim. Töös oli võrdlemiseks seitsme erineva tootja lamelltüüblid: Häfele GmbH & Co KG, kwb Germany GmbH, wolcraft GmbH, SOLID Paweł Pasierb, Lamello AG, Virutex ®, KREATOR.

Selleks, et välja selgitada tugevaim, valiti juhuslikult igalt tootjalt 100 lamelltüüblit (valimist eemaldati vaid need lamelltüüblid, mis olid mehaaniliste vigastustega), need nummerdati, kaaluti ja mõõdeti (kokku 700 lamelltüüblit). Nende lamelltüüblite seast valiti iga tootja puhul 25, millega viidi läbi paindekatsed, (kokku 175 lamelltüüblit). Lisaks viidi läbi surve- ja löikekatsed lamelltüübelseotistega, kus katseteks valiti igalt tootjalt vähemalt 12 lamelltüüblit (mõlemate katsete puhul 96 lamelltüübelseotist).

Saadud tulemusi võrreldi nii aritmeetiliste keskmiste järgi kui ka nende statistilist erinevust. Katsete aritmeetiliste keskmiste tulemuste järgi, sai kõrgema tulemuse 3. grupp, milleks oli wolcraft GmbH'i lamelltüüblid ning madalama tulemuse 5. grupp, milleks oli Lamello AG tootja lamelltüüblid, kuid vaadeldes aritmeetilisi tulemusi koos statistiliste erinevustega, ei olnud võimalik antud töös välja tuua ühegi lamelltüübli tootja paremust teistest tootjatest.

Survekatsete ning löikekatsete puhul oli lisandus uuritavatele lamelltüüblite gruppidele liimitud sileservseotis, mis mõningatel juhtudel saavutas kõrgemaid keskmisi tulemusi kui lamelltüübelseotised, kuid sileservseotisel oli liimitud ala pindala 1800 mm², samas lamelltüübelseotistel fikseeris liim vaid tüübli pesasse.

Sellest uurimusest võib järeldada, et uuritud lamelltüübelseotised pole statistiliselt teineteisest niivõrd palju erinevad, et eelistada üht tootjat teisest. Täpsemate tulemuste saavutamiseks ning statistilise erinevuse kinnitamiseks oleks kindlasti tarvis erinevate katsete puhul valimi mahtu suurendada.

VIIDATUD ALLIKAD

1. **Yen, T. B.** (1997). Comparison of the bending-moment resistance of wood-plate and dowel joints in particleboard and lodgepole pine lumber. *Theses, Dissertations, Professional Papers*. Paper 1870.
2. **Atar, M., Ozciftci, A., Altinok, M., Celikel, U.** (2009). Determination of diagonal compression and tension performances for case furniture corner joints constructed with wood biscuits. – *Materials and Design*. 30. 665-670.
3. **Tankut, A. N., Tankut, N.** (2009). Investigations the effects of fastener, glue, and composite material types on the strength of corner joints in case-type furniture construction. – *Materials and Design*. 30. 4175-4182.
4. **Vassiliou, V., Barboutis, I.** (2008). Strength of furniture joints constructed with biscuits. Proceedings 7th International Symposium. Furniture 2008. June 18-19, Zvolen, Slovakia
5. **Tankut, A. N., Tankut, N.** (2004). Effect of some factors on the strength of furniture corner joints constructed with wood biscuits. - *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. Tübitak. 28. 301-309
6. **Smardzewski, J.** (2015). Furniture Design. Switzerland: Springer International Publishing. 649 lk.
7. **Eckelman, C. A.** (2003). Textbook of product engineering and strength design of furniture. West Lafayette Indiana: Purdue University Press.
8. **Jackson, A., Day, D.** (2006). Puutöömeistri käsiraamat. Tallinn: Vali Press. 352 lk.
9. **Saar, M.** (2014). Nurkühenduste tugevus erinevates materjalides. Magistritöö. Tallinna Tehnikaülikooli polümeermaterjalide instituut, puidutöötlemise õppetool. Tallinn. 110 lk.
10. **Noll, T.** (2002). Woodworker's joint book: the complete guide to wood joinery. Apple Press. 192.
11. **Stack, J.** (2002). The biscuit joiner project book: tips and techniques to simplify your woodworking using this great tool. Cincinnati, Ohio: Popular Woodworking Books. 128 lk.
12. **Zhang, J. L., Eckelman, C. A.** (1993). The bending moment resistance of single-dowel corner joints in case construction. – *Forest Product Journal*. 43(6). 19-24.
13. **Zhang J. L., Eckelman, C.A.** (1993). Rational design of multi-dowel corner joints in case construction. – *Forest Products Journal*. 43(11/12). 52-58.
14. **Saar, K.** (2004). Mööblikinnitustehnika mehaanilised omadused erinevate puidupõhiste plaatmaterjalide kasutamisel. Magistritöö. Tallinna Tehnikaülikooli polümeermaterjalide instituut, puidutöötlemise õppetool. Tallinn. 61 lk.

15. **Maleki, S., Haftkhani, A. R., Dalvand, M., Faezipour, M., Tajvidi, M.** (2013). Bending moment resistance of corner joints constructed with spline Under diagonal tension and compression. – *Journal of Forestry Research*. 23(3). 481-490.
16. **Ho, C. L., Eckelman, C. A.** (1994). The use of performance tests in evaluating joint and fastener strength in case furniture. – *Forest Products Journal*. 44(9). 47-53.
17. * **Eckelman, C. A.** (1978) Strength design of furniture. Indiana: Tim Tech. 270 lk, viidatud: Comparison of the bending-moment resistance of wood-plate and dowel joints in particleboard and lodgepole pine lumber (1997) vahendusel.
18. Lamello AG Kataloog [veebileht]
http://www.lamello.com/fileadmin/user_upload/Media/Katalog/Lamello_Catalogue_EN.pdf (12.05.2018)
19. **Lang, R. W.** (2007). A New Manual for Biscuit Joiners. – *Popular Woodworking Magazine*. February 2007.
20. Probex OÜ. Kasevineer [veebileht]
<http://www.probex.ee/kasevineer.html> (12.05.2018)
21. **Saarmann, E.** (1997). Puiduteadus. Vali Press. 248 lk.
22. **Shmulsky, R., Jones, P. D.** (2011). Forest products and wood science: an introduction. 6th ed. Chichester: Wiley-Blackwell. 496 lk.
23. Casco Silva Aqua tootekirjeldus [veebileht]
https://media-pms2.schoenox.net/casco/docs/cascosilvaqua_ee_ee_tds.pdf (07.03.2018)
24. **Crawley, M. J.** (2013). The R Book. John Wiley & Sons LTD. 975 lk.

LISAD

Lisa 1. PVA Casco Silva Aqua tootekirjeldus

Sika Estonia OÜ
Valge tn 13
11415 Tallinn
T +372 605 4000
www.casco.ee



3337

CASCO SILVA AQUA

KASUTUSALA

Niiskuskindel puiduliim kasutamiseks sise- ja välistingimustes.
Koosteliimimiseks puidu ja mööblitööstuses, kus on vaja niiskuskindlat liimliidet.

TOOTE OMADUSED

Liim on niiskuskindel ja pooljäik.
Tagab värvitu ja vastupidava liimivuugi.
Tootel on kõrge kuivaine sisaldus.
Vähelõhnav.
Vastab EN 204/205 klass D3 nõuetele.

TEHNILISED ANDMED

Sideaine	Polüvinüülatsetaat
Värvus	Valge
Konsistents	Viskoosne
Kuivaine sisaldus	50%
Tihedus	1090 kg/m ³
Viskoossus	Umbes 12 000 mPas, Brookfield RTV, sp. 6, 20 p/min, 25 °C
Lahusti	Vesi
pH	Umbes 3
Süttimispunkt	Puudub

KASUTAMISTINGIMUSED

Kasutamistemperatuur	Mitte alla +10 °C.
Puidu niiskussisaldus	5–14%, eelistatult 7–10%
Paigaldusaeg	Mänd/mänd: lahtiolekuaeg max 8 minutit +20 °C juures; kinniolekuaeg on 10 minutit +20 °C juures
Surve	0,1–1,0 MPa, põhjalikult ettevalmistatud hea kontaktiga pinnad annavad parima tulemuse.
Surveaeg	Mänd / mänd: 20–30 minutit +20 °C juures
Kulu	100–250 g/m ² . Lehtpuitu ja eksootilisi puiduliike soovitatakse liimida kahepoolsest
Töövahendid	Liimilabidas, pintsel või rull
Pakend	300 ml, 750 ml
Säilivusaeg	18 kuud
Säilitamine	Avamata pakendis. Mitte hoida temperatuuril alla +5 °C ja üle +30 °C. Toode on külmakartlik.

KASUTUSJUHEND

1. Liimitavad pinnad peavad olema kuivad, puhtad ja tolmuvabad. Puidu niiskussisaldus peaks olema

Sika Estonia OÜ
Valge tn 13
11415 Tallinn
T +372 605 4000
www.casco.ee



- 5–14%. Parimad tulemused saadakse, kui materjal on värskest ette valmistatud, näiteks hõõveldatud.
2. Kanda liim ühele poolele. Tugevama liimivuugi saavutamiseks või siis, kui on tegemist lehtpuiduga ja eksootiliste puiduliikidega kanda liim mõlemale poolele.
 3. Suru liimitavad detailid kokku hiljemalt 8 min jooksul (+20 °C). Okaspuidul, näiteks männil, on surveaeg 20–30 minutit toatemperatuuril, lehtpuit (tamm, tiikpuu) nõuab pikemat aega. Surveaeg on pikem ka suuremõõtmeliste detailide liimimisel.

Puhastamine

Liimiga töötamisel tuleb järgida puhtusenõudeid. Töötada hoolikalt, et liimiplekke vältida. Samuti vältida kontakti silmade ja nahaga. Toote sattumisel nahale pesta nahka kohe vee ja seebiga. Töövahendid pesta veega enne liimi kuivamist. Kuivanud liimi saab eemaldada mehaaniliselt.

TÖÖ- JA KESKKONNAOHUTUS

Hoida lastele kättesaamatus kohas. Tööprotsessid peavad olema välja töötatud nii, et vahetu kontakt tootega on välistatud. Kaitsevahendid tuleb valida vastavalt kasutatavatele kogustele ja töötingimustele. Toode ei ole mõeldud seepidiseks tarvitamiseks. Kemikaali allaneelamise korral pöörduda viivitamatult arsti poole ja näidata talle pakendit või etiketti. **Lisateavet tööohutuse kohta vt toote ohutuskaardilt.**

Meie teave põhineb laboritestidel ja praktilistel kogemustel ja seda võib kasutada toote ja töömeetodi valimisel. Kuna kasutaja töötingimused ei ole meie kontrolli all, siis ei võta me tulemuste eest mingit vastutust. Meie vastutus katab ainult kehavigastused või vara kahjustused, mis tulenevad tõendatult mõne meie toodetud toote vigadest ja defektidest. Lisainfo saamiseks palume pöörduda toote esindaja poole. Tootja jätab endale õiguse teha muudatusi toodud andmetesse sellest eelnevalt informeerimata.

CASCO SILVA AQUA lk. 2 / 2

Lisa 2. Grupp 1 algandmed

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
100	56,99	23,68	3,96	2,79					3955,51	3,88
101	56,96	23,69	3,86	2,39						
102	56,93	23,68	3,93	2,66	196,71	3,57				
103	56,91	23,81	3,96	2,92					5002,74	4,10
104	57,35	23,75	3,97	2,85						
105	56,53	23,44	3,90	2,83						
106	56,62	23,36	3,79	2,65						
107	56,99	23,74	4,00	3,08			529,28	6,81		
108	57,01	23,81	4,02	2,76	161,16	3,71				
109	56,71	23,52	3,92	2,76					5717,39	3,55
110	56,73	23,64	3,90	2,74	157,25	3,79				
111	56,87	23,67	3,96	2,95						
112	56,96	23,62	3,81	2,34	126,56	3,72				
113	57,28	23,97	4,07	3,07						
114	56,75	23,41	3,90	2,92			443,94	9,00		
115	56,89	23,69	3,89	2,91	210,49	3,68				
116	56,67	23,47	3,89	2,78						
117	56,85	23,59	4,04	2,89	264,94	3,65				
118	56,79	23,48	4,00	3,07						
119	57,21	24,00	4,03	2,88	189,98	3,48				
120	57,38	23,99	3,97	2,92						
121	56,71	23,52	3,91	2,88			352,06	5,94		
122	56,92	23,60	3,80	2,73						
123	56,48	23,57	3,79	2,72	143,13	3,34				
124	56,92	23,71	3,86	2,68						
125	57,28	23,88	3,95	3,12			487,04	5,99		
126	56,93	23,68	4,03	2,92						
127	57,02	23,70	4,00	2,82						
128	56,84	23,72	3,92	2,86	286,56	4,50				
129	57,48	23,62	3,94	2,74	91,29	3,56				
130	56,61	23,42	3,81	2,92			384,48	8,08		

Lisa 2. Grupp 1 algandmed järg

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
131	57,12	23,68	3,86	2,66						
132	56,90	23,64	3,93	2,81	204,88	3,41				
133	56,91	23,68	3,80	2,48					6563,42	1,31
134	56,77	23,68	3,95	3,11						
135	56,38	23,17	3,80	2,96						
136	56,79	23,44	3,91	2,83			479,95	6,59		
137	56,85	23,65	3,86	3,00					7833,24	1,38
138	56,69	23,55	3,79	2,93						
139	56,96	23,62	3,98	2,93			345,01	6,84		
140	56,95	23,64	3,93	2,88	224,51	4,03				
141	56,95	23,57	3,76	2,66						
142	57,25	23,81	3,91	2,68						
143	56,96	23,57	3,83	2,80						
144	57,02	23,81	3,95	3,12			406,16	1,66		
145	57,23	23,66	3,90	2,57						
146	56,57	23,47	3,87	2,88						
147	56,81	23,74	3,92	2,82						
148	56,72	23,75	3,80	2,68						
149	56,74	23,53	3,83	3,00			437,94	7,73		
150	56,81	23,54	3,82	2,55					4399,49	3,39
151	56,79	23,57	3,88	2,97						
152	56,94	23,55	3,80	2,86						
153	56,83	23,64	3,83	2,82					6458,10	1,47
154	56,84	23,55	3,86	2,58					4808,58	4,53
155	56,95	23,55	3,84	2,97						
156	56,95	23,81	3,89	2,94					6314,46	1,37
157	56,81	23,55	4,02	2,97	164,82	3,17				
158	56,80	23,52	3,91	2,97					4840,36	4,45
159	57,07	23,77	3,89	2,69			463,83	1,76		
160	56,89	23,44	3,75	2,92	272,57	3,93				
161	56,80	23,56	3,85	2,69						
162	57,04	23,57	3,90	2,70						
163	57,00	23,55	3,82	2,75			435,34	6,62		
164	56,80	23,63	3,87	2,72						

Lisa 2. Grupp 1 algandmed järg

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
165	56,70	23,47	3,78	2,86						
166	56,87	23,72	3,96	2,91					6792,70	1,19
167	56,84	23,86	3,90	2,97	321,95	4,78				
168	56,64	23,57	3,94	3,16						
169	56,85	23,71	3,91	2,85						
170	56,94	23,70	3,90	2,97						
171	56,64	23,40	3,82	2,85			456,22	6,21		
172	56,90	23,60	3,82	2,82			494,51	6,99		
173	56,87	23,55	3,82	2,70						
174	56,52	23,26	3,84	3,09						
175	57,05	23,64	3,93	2,76	162,69	3,23				
176	56,77	23,46	3,85	2,93	186,90	3,77				
177	56,67	23,40	3,86	2,61	183,26	3,15				
178	56,94	23,74	3,98	2,82	249,86	3,47				
179	57,06	23,75	3,88	2,48	142,80	3,10				
180	56,77	23,47	3,87	3,10					6099,19	1,12
181	56,72	23,39	3,86	2,97						
182	56,72	23,58	3,82	2,58						
183	56,83	23,70	3,88	2,87						
184	56,75	23,77	3,84	2,88	257,03	5,95				
185	56,79	23,61	3,79	2,67						
186	57,02	23,54	3,73	2,58						
187	56,76	23,56	3,76	2,84						
188	57,03	23,78	3,92	2,56	152,69	3,50				
189	56,79	23,56	3,88	2,84					4656,19	3,49
190	56,73	23,56	3,83	2,80						
191	56,93	24,14	3,83	2,84			388,40	7,53		
192	56,82	23,56	3,75	2,49	195,30	4,11				
193	56,53	23,40	3,84	2,86	137,38	3,55				
194	57,32	23,88	3,88	2,77					6389,52	1,28
195	56,21	23,19	3,85	2,89						
196	56,48	23,98	3,95	2,88	215,76	3,29				
197	56,54	23,74	3,87	2,88					5528,47	1,22
198	57,24	23,87	4,01	3,17						
199	56,70	23,52	3,81	2,49						

Lisa 3. Grupp 2 algandmed

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
200	57,39	23,89	3,91	3,03					5072,32	4,08
201	56,92	23,69	3,91	2,72	176,06	3,65				
202	57,17	23,87	3,95	2,84						
203	57,33	24,07	3,87	2,69	200,45	3,29				
204	56,86	23,68	3,75	2,65						
205	56,84	23,66	3,80	2,77					5644,50	1,22
206	57,86	24,41	4,14	2,82						
207	56,99	23,87	3,75	2,56						
208	56,62	23,47	3,79	2,69	242,64	5,03				
209	57,12	23,88	3,85	2,83					5142,91	4,05
210	57,03	23,75	3,88	2,99	260,41	3,39				
211	57,47	24,40	4,09	2,99	243,46	3,11				
212	57,05	23,68	3,83	2,78						
213	57,23	24,04	3,83	2,66					4279,91	2,81
214	57,05	23,84	3,90	2,98	250,32	3,71				
215	57,35	23,94	3,85	2,60			402,77	5,54		
216	56,72	23,56	3,94	2,86	233,32	3,47				
217	57,16	23,82	3,82	2,83						
218	56,89	23,61	3,83	2,67						
219	56,88	23,73	3,92	2,97						
220	57,29	23,74	3,91	2,80					5430,90	1,42
221	57,02	23,99	3,92	2,74						
222	56,95	23,60	3,89	2,85						
223	56,84	24,11	3,77	2,74			420,68	8,61		
224	57,18	23,74	3,82	2,80	136,07	3,63				
225	56,98	23,67	3,87	2,72						
226	57,55	24,15	3,99	2,56						
227	57,18	23,83	3,89	2,70						
228	56,60	23,39	3,74	2,66						
229	56,87	23,62	3,87	2,71						
230	56,97	23,56	3,84	2,80			397,75	6,47		

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
231	57,14	23,98	3,84	2,72						
232	57,03	23,86	3,67	2,44						
233	57,11	23,74	3,86	2,82	170,88	2,96				
234	57,04	23,73	3,80	2,66			406,75	5,42		
235	56,81	23,48	3,91	2,93	206,96	3,10				
236	57,11	23,80	3,80	2,78						
237	57,07	23,69	3,82	2,69			385,59	8,09		
238	56,81	23,69	3,79	2,65						
239	57,45	24,35	3,91	2,53						
240	56,91	23,63	3,89	2,86						
241	57,18	23,88	3,89	2,81						
242	57,13	24,31	3,80	2,75						
243	56,90	23,59	3,74	2,85						
244	57,10	23,82	3,93	2,71						
245	57,46	23,90	3,93	2,84						
246	56,89	23,68	3,90	2,42					4375,09	3,88
247	56,81	23,55	3,76	2,94					5716,77	3,80
248	57,07	23,90	4,10	3,18	255,83	3,04				
249	56,69	23,78	3,80	2,74						
250	56,92	23,48	3,91	3,04	131,63	3,02				
251	57,15	24,18	4,02	2,74						
252	57,34	23,91	3,85	2,61			403,80	6,40		
253	56,64	23,51	3,87	2,77						
254	56,80	23,68	3,79	2,56	237,21	4,39				
255	57,12	23,62	3,84	2,74						
256	57,25	23,80	3,84	2,77						
257	56,83	23,60	3,88	2,63	174,95	4,56				
258	56,60	23,51	3,75	2,73						
259	57,30	24,31	3,93	2,84	164,68	4,68				
260	57,33	24,18	3,90	2,61						
261	56,74	23,59	3,98	2,78						
262	56,98	23,64	3,83	2,69	178,52	4,39				
263	56,65	23,43	3,83	2,83						
264	56,74	23,58	3,86	2,79						

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
265	57,14	23,79	3,90	2,59						
266	56,99	23,71	3,84	2,91	218,44	3,75				
267	56,64	23,53	3,94	2,64	160,19	4,14				
268	57,29	24,02	3,86	2,52	171,21	3,91				
269	56,91	23,74	3,83	2,75						
270	56,97	23,95	3,92	3,01					5461,55	4,09
271	56,33	23,22	3,73	2,91			383,57	9,34		
272	57,55	24,25	3,93	2,50						
273	57,01	23,85	3,73	2,69	167,12	3,59				
274	56,61	23,68	3,89	2,84	201,95	4,01				
275	56,95	23,69	3,86	2,51						
276	56,78	23,68	3,86	2,90						
277	57,18	23,81	3,76	2,58					5955,27	5,01
278	57,36	24,24	4,05	2,78			522,88	5,37		
279	56,62	23,61	3,95	3,13	224,31	3,87				
280	56,90	23,58	3,87	2,94						
281	56,67	23,70	3,88	2,72			375,31	7,74		
282	56,94	23,78	3,89	2,84			446,62	6,65		
283	56,82	23,64	3,88	2,91						
284	56,59	23,61	3,76	2,70						
285	57,39	23,98	3,88	2,81			363,53	6,09		
286	56,82	23,83	3,84	2,56						
287	57,01	23,70	3,83	2,60						
288	57,35	23,91	3,90	2,69	217,23	3,40				
289	57,50	24,09	3,85	2,64	158,90	3,12				
290	56,70	23,53	3,80	2,86						
291	56,79	23,68	3,86	2,74			335,10	7,19		
292	57,07	23,76	3,85	2,61	145,70	3,94				
293	57,26	23,89	3,88	2,68					4762,27	4,06
294	56,61	23,54	3,91	2,72			406,93	4,95		
295	56,63	23,38	3,79	2,64						
296	56,48	23,39	3,77	2,75						
297	56,67	23,44	3,87	2,94			334,01	6,78		
298	56,97	23,97	3,84	2,89					6106,39	1,42
299	57,60	24,26	3,86	2,58					6921,95	1,27

Lisa 4. Grupp 3 algaandmed

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
300	57,18	24,18	4,00	2,90						
301	57,18	23,86	3,92	2,92						
302	56,97	23,82	3,93	2,99	210,55	3,24				
303	56,91	23,60	3,97	3,24						
304	57,27	23,77	3,88	2,92						
305	56,87	23,62	3,85	2,95	170,40	3,72				
306	57,20	23,91	3,94	3,22						
307	57,51	23,87	3,99	3,19						
308	57,10	23,87	3,92	2,99	201,51	3,08				
309	57,33	24,07	3,77	2,59					7661,61	2,00
310	57,03	23,53	3,85	2,84						
311	56,86	23,72	3,81	2,78						
312	56,99	23,69	3,86	2,80	189,78	3,87				
313	57,09	23,72	3,80	2,88	210,61	3,96				
314	56,92	23,55	3,87	3,10	149,15	3,16				
315	57,29	23,78	3,92	2,90			508,65	6,69		
316	57,01	23,69	3,95	2,91						
317	57,11	23,94	3,88	2,75						
318	57,13	23,93	4,05	3,24						
319	57,41	24,20	3,86	2,83					5375,96	4,91
320	56,69	23,48	3,80	2,83					5395,57	3,57
321	57,34	23,99	3,91	2,66						
322	57,66	24,09	3,96	2,75	111,10	3,16				
323	56,95	23,74	3,88	2,96			473,16	5,77		
324	57,46	23,92	3,83	2,57	113,68	4,22				
325	57,06	23,75	3,87	3,16	165,23	3,50				
326	56,88	23,76	4,04	3,18			457,72	6,95		
327	56,98	23,77	4,04	3,18						
328	56,59	23,66	3,78	3,03	186,00	3,70				
329	56,73	23,65	3,90	3,03						
330	57,26	23,81	3,93	3,08	174,77	2,98				

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
331	57,07	23,98	3,90	2,98			422,78	7,24		
332	57,14	24,02	3,93	2,96	246,57	3,19				
333	56,76	23,71	3,78	2,87						
334	57,24	23,99	4,05	3,24			468,29	6,36		
335	57,23	23,70	3,84	2,61					6806,13	1,41
336	57,41	24,26	3,98	3,12	226,28	3,94				
337	56,79	23,66	3,90	3,13					4933,20	3,49
338	57,06	23,80	3,93	2,90						
339	57,14	23,75	3,93	2,99						
340	57,40	23,90	3,91	2,99	198,19	3,87				
341	57,61	24,29	3,89	2,85						
342	56,74	23,86	3,77	2,89						
343	56,95	23,68	4,09	3,15			493,70	5,91		
344	57,24	23,95	4,02	2,96	170,33	2,87				
345	57,08	23,79	4,02	2,87						
346	57,16	23,89	3,89	2,78						
347	57,31	23,82	3,94	2,76						
348	56,86	23,87	3,98	3,10			532,86	5,69		
349	57,52	24,01	4,04	3,03						
350	57,08	23,77	3,95	3,09					5832,71	1,35
351	57,09	23,69	3,91	2,95						
352	57,25	23,98	3,80	2,83			478,09	7,88		
353	57,14	23,90	3,92	3,01						
354	57,25	23,89	4,07	3,11			411,29	6,80		
355	57,23	23,81	3,94	2,81					4776,50	4,86
356	56,90	23,73	3,78	2,90						
357	57,33	23,87	3,94	2,94						
358	57,58	24,09	4,07	3,09	135,52	2,65				
359	56,92	23,73	3,81	2,92						
360	57,44	24,05	4,00	2,77						
361	57,20	24,08	3,87	2,92						
362	57,00	23,89	3,79	2,83						
363	57,02	23,79	3,93	2,91						
364	56,73	23,76	3,83	3,07						

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
365	57,36	23,83	3,96	3,18			456,40	7,53		
366	57,23	23,82	4,08	3,01						
367	57,74	24,12	3,98	2,98						
368	57,14	23,78	3,98	3,13					5267,24	4,64
369	57,24	24,08	4,05	2,84	205,65	3,36				
370	56,57	23,54	3,73	2,81	193,89	3,96				
371	56,88	23,73	3,98	3,17						
372	57,31	23,85	3,96	3,16	254,48	4,20				
373	57,17	23,93	3,96	3,05						
374	56,95	23,68	3,93	3,09						
375	57,24	23,96	3,98	2,76	158,11	3,50				
376	57,12	23,78	3,98	3,17					8736,19	1,72
377	56,49	23,47	3,76	2,90					4220,03	1,34
378	57,17	23,88	3,91	3,07	167,15	3,18				
379	56,87	23,92	4,08	3,25			453,21	6,48		
380	56,98	23,80	4,04	2,99	193,26	2,78				
381	56,98	24,07	4,01	2,67						
382	57,28	23,98	4,01	2,94						
383	57,19	24,17	3,98	2,93					6124,78	1,16
384	57,39	23,92	3,87	2,93						
385	57,15	23,81	3,95	3,22						
386	56,70	23,50	3,84	2,99	187,29	4,51				
387	57,34	24,02	3,84	2,56					5503,82	4,25
388	56,96	23,76	3,88	2,96						
389	56,91	23,71	3,86	2,99	197,91	3,52				
390	57,14	23,92	3,89	2,90	175,52	3,24				
391	56,54	23,50	3,88	3,30						
392	56,98	23,79	3,85	2,90						
393	56,48	23,47	3,83	2,80						
394	56,76	23,54	3,87	2,95			450,92	6,39		
395	56,94	23,55	3,86	3,08					6477,53	1,90
396	57,14	23,91	4,00	3,05			453,09	5,26		
397	57,21	23,93	3,95	3,00						
398	56,96	23,96	3,86	3,02						
399	57,10	23,90	4,07	2,94					10722,30	1,81

Lisa 5. Grupp 4 algandmed

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
400	56,22	23,38	3,77	2,65			482,77	5,83		
401	56,70	23,53	3,88	2,76						
402	55,96	23,40	3,65	2,31						
403	55,93	23,12	3,78	2,59			443,85	6,65		
404	56,72	23,54	3,92	3,08						
405	56,01	23,24	3,81	2,78			383,52	9,60		
406	56,61	24,06	3,71	2,57						
407	55,99	23,25	3,61	2,43	249,11	3,29				
408	56,02	23,35	3,69	2,36					4821,74	5,58
409	55,85	22,77	3,66	2,26	193,52	3,65				
410	55,50	22,86	3,63	2,54	209,50	3,29				
411	55,94	23,37	3,84	2,64						
412	55,96	23,26	3,79	2,88			487,29	7,51		
413	55,93	23,02	3,82	2,73					4780,81	2,83
414	55,88	23,28	3,67	2,43			329,84	7,82		
415	56,06	23,09	3,73	2,43						
416	56,02	23,09	3,68	2,60						
417	55,95	23,08	3,75	2,53	265,64	2,95				
418	56,14	23,07	3,71	2,47						
419	56,24	23,30	3,71	3,02	384,14	3,08				
420	55,94	23,13	3,72	2,47						
421	56,14	23,30	3,75	2,33						
422	56,14	23,25	3,71	2,36	169,56	3,20				
423	56,24	23,15	3,74	2,59						
424	56,00	22,84	3,80	2,64					5224,17	4,19
425	56,51	23,42	3,83	2,40						
426	55,98	23,26	3,67	2,60					5335,23	4,47
427	55,97	22,90	3,76	2,44						
428	55,82	23,09	3,68	2,75						
429	56,55	23,82	3,65	2,75						
430	56,05	23,19	3,65	2,91			293,15	1,76		

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
431	56,12	23,18	3,74	2,26						
432	56,01	22,88	3,83	2,81						
433	55,97	23,12	3,76	2,67						
434	55,94	23,35	3,73	2,67	226,17	2,95				
435	55,99	23,37	3,74	2,42						
436	56,06	23,30	3,70	2,60						
437	55,91	23,26	3,72	2,36					3370,60	2,15
438	55,90	23,33	3,62	2,29	163,63	3,55				
439	56,24	23,49	3,86	2,73						
440	55,78	22,81	3,64	2,52	211,57	2,98				
441	55,76	23,18	3,71	2,59					5233,39	1,17
442	56,36	23,41	3,71	2,41					6766,33	1,55
443	56,34	23,30	3,84	2,84			425,48	9,26		
444	55,58	22,97	3,65	2,55					5076,91	3,22
445	55,66	22,96	3,74	2,50						
446	55,81	23,32	3,79	2,45			427,58	3,95		
447	56,32	23,48	3,78	2,81						
448	55,86	23,13	3,73	2,93	246,80	3,50				
449	55,97	23,71	3,74	2,56	115,27	3,33				
450	55,94	23,15	3,72	2,61						
451	55,91	23,09	3,61	2,40	189,61	3,33				
452	55,82	23,17	3,67	2,51			261,41	7,08		
453	55,99	23,29	3,78	2,64						
454	56,56	23,59	3,76	2,41						
455	55,96	23,19	3,73	2,61						
456	56,19	23,36	3,72	2,57	187,13	3,00				
457	55,69	22,89	3,78	2,56					5078,82	1,01
458	55,65	23,07	3,74	2,67						
459	56,65	23,91	3,90	2,81			520,90	6,83		
460	56,06	22,93	3,84	2,66	249,34	3,37				
461	56,02	23,41	3,84	2,64	120,15	2,55				
462	55,61	23,00	3,74	2,15						
463	56,15	23,24	3,78	2,60						
464	55,90	23,12	3,67	2,60			397,14	7,91		

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
465	55,96	23,13	3,66	2,35					5059,34	3,22
466	56,00	23,03	3,80	2,56						
467	55,78	23,24	3,73	2,42			356,98	7,41		
468	55,71	22,95	3,81	2,64						
469	55,75	23,19	3,56	2,20						
470	55,95	23,26	3,79	2,54						
471	56,68	23,68	3,69	2,76			534,79	7,21		
472	55,92	23,15	3,75	2,25	128,93	3,02				
473	56,17	23,20	3,73	2,51						
474	55,90	23,41	3,73	2,65	292,15	3,45				
475	56,05	23,36	3,76	2,44					4293,19	3,91
476	55,82	23,11	3,72	2,26						
477	55,85	23,54	3,80	2,68	220,33	3,48				
478	55,76	23,00	3,82	2,43						
479	56,10	23,29	3,75	2,66	273,06	3,78				
480	56,16	23,14	3,70	2,29						
481	56,02	22,99	3,75	2,58						
482	56,32	23,01	3,75	2,63	207,29	3,08				
483	56,25	23,49	3,74	2,41						
484	55,68	22,92	3,69	2,33					5395,18	4,31
485	55,96	23,43	3,66	2,60					5145,82	4,20
486	55,97	23,17	3,72	2,33						
487	56,03	23,25	3,77	2,58	229,07	3,11				
488	55,77	23,12	3,70	2,86						
489	56,10	22,92	3,63	2,23	121,71	3,36				
490	56,12	23,01	3,72	2,44						
491	55,77	22,99	3,74	2,62	214,21	3,24				
492	55,78	23,12	3,76	2,51						
493	56,36	23,70	3,87	2,70	194,30	4,00				
494	55,72	23,13	3,76	2,68						
495	56,08	23,40	3,85	2,78						
496	56,13	23,51	3,71	2,20			315,20	8,62		
497	55,84	23,21	3,70	2,47	208,05	3,80				
498	55,76	23,38	3,75	2,58						
499	56,08	23,14	3,74	2,30					5656,51	2,58

Lisa 6. Grupp 5 algandmed

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
500	56,31	23,26	3,87	2,45						
501	56,16	23,34	3,83	2,75						
502	56,34	23,66	4,02	2,92			487,37	6,85		
503	56,60	23,45	3,83	2,72						
504	56,42	23,52	3,95	2,81			519,94	7,85		
505	56,30	23,41	3,88	2,69						
506	56,40	23,79	3,95	2,92						
507	56,37	23,57	3,97	2,87					8585,53	1,26
508	56,45	23,74	3,86	2,91						
509	56,48	23,43	3,87	2,69						
510	56,30	23,38	3,80	2,90	246,44	3,39				
511	56,35	23,42	3,94	2,74						
512	56,30	23,36	3,89	2,82					5003,65	4,57
513	56,27	23,39	3,92	2,64						
514	56,29	23,33	3,82	2,68						
515	56,42	23,59	3,93	2,77	185,31	2,85				
516	56,31	23,37	3,82	2,75						
517	56,34	23,51	3,87	2,75						
518	56,33	23,38	3,87	2,83						
519	56,58	23,60	3,88	2,59			421,13	6,75		
520	55,75	23,31	3,88	2,74						
521	56,19	23,32	3,84	2,76						
522	56,35	23,53	3,98	3,05						
523	56,26	23,52	3,89	2,93						
524	56,28	23,41	3,98	2,96	272,73	2,86				
525	56,49	23,48	3,89	2,62	148,37	3,03				
526	56,31	23,34	3,87	2,64						
527	56,38	23,39	3,80	2,65			478,94	7,78		
528	56,35	23,49	3,97	2,78						
529	56,20	23,44	3,89	2,86						
530	56,23	23,35	3,92	2,98						

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
531	56,30	23,46	3,83	3,08						
532	55,91	23,25	3,96	3,20			492,94	1,86		
533	56,38	23,33	3,91	2,28	46,13	2,97				
534	56,54	23,67	3,93	2,42						
535	56,26	23,38	3,89	2,61	143,88	3,53				
536	56,35	24,07	3,87	2,85					8310,72	1,25
537	56,20	23,37	3,87	2,84					6283,23	1,67
538	56,14	23,51	3,81	2,66						
539	56,37	23,25	3,84	2,60						
540	56,38	23,47	3,95	3,36	370,52	3,20				
541	56,50	23,44	3,85	2,40	176,79	3,29				
542	56,23	23,42	3,95	3,02	284,83	2,83				
543	55,84	23,09	3,78	2,64						
544	56,27	23,41	3,83	2,79					8658,89	1,38
545	56,11	23,26	3,86	2,61						
546	56,38	23,45	3,88	2,47	114,44	3,00				
547	56,41	23,46	3,87	2,66	282,61	3,16				
548	56,56	23,38	3,84	2,68			410,48	8,80		
549	55,76	23,15	3,87	2,74			443,71	6,01		
550	56,30	23,40	3,99	2,89			427,30	5,21		
551	56,32	23,51	3,95	2,56						
552	56,24	23,35	3,86	2,44			408,19	7,46		
553	56,50	23,50	3,81	2,66						
554	56,43	23,56	4,07	3,27					5425,40	1,29
555	56,40	23,61	3,95	2,49	164,21	2,80				
556	56,40	23,39	3,90	2,89	199,92	2,83				
557	56,34	23,40	3,72	2,51			455,49	7,41		
558	56,19	23,35	3,81	2,60			360,85	4,86		
559	56,21	23,52	3,84	2,85						
560	56,29	23,44	3,92	2,86						
561	56,13	23,33	3,90	2,67						
562	56,44	23,58	4,03	3,09						
563	56,12	23,43	3,81	3,04	388,97	3,49				
564	56,27	23,27	3,88	2,83	209,98	2,99				

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
565	56,41	23,48	3,95	2,58	198,86	3,03				
566	56,29	23,32	3,83	2,67	115,03	3,16				
567	56,43	23,40	3,83	2,48						
568	56,35	23,44	3,94	2,92	173,78	2,79				
569	56,53	23,38	3,88	2,82					5315,83	2,94
570	56,32	23,41	3,91	2,62						
571	56,35	23,37	3,88	2,63						
572	56,44	23,60	3,93	2,98	200,61	2,61				
573	56,10	23,22	3,77	2,89	226,11	2,90				
574	55,94	23,29	3,83	2,68					5411,07	1,83
575	56,43	23,48	3,92	2,71					5054,72	3,83
576	56,34	23,47	3,95	2,77			456,84	6,00		
577	56,37	23,51	3,88	2,53					5944,27	1,57
578	56,29	23,38	3,93	2,75					4324,24	2,62
579	56,50	23,48	3,93	2,68	145,36	3,10				
580	56,34	23,44	3,94	2,77						
581	56,25	23,34	3,86	2,66					6871,59	1,47
582	56,60	23,53	3,77	2,80						
583	56,03	23,25	3,79	2,75			570,41	8,53		
584	56,38	23,56	3,85	2,84	86,53	2,20				
585	56,14	23,38	3,94	2,83						
586	56,37	23,35	3,85	2,66	122,17	3,17				
587	56,23	23,35	3,87	2,77						
588	56,31	23,45	3,90	2,45						
589	56,43	23,46	3,91	2,85						
590	56,23	23,43	3,82	3,01			491,10	6,79		
591	56,29	23,39	3,94	2,45	152,19	3,12				
592	56,13	23,42	3,88	2,95					6943,94	1,26
593	56,45	23,41	3,85	2,69						
594	56,44	23,53	3,93	2,69						
595	55,94	23,25	3,79	2,91						
596	56,34	23,40	3,82	2,41						
597	56,33	23,61	3,89	2,58	173,44	2,98				
598	56,24	23,39	3,85	2,71						
599	56,24	23,55	3,96	2,94						

Lisa 7. Grupp 6 algaandmed

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
600	56,60	23,67	3,73	2,46	140,14	3,07				
601	56,42	23,61	3,76	2,73	178,47	2,97				
602	56,28	23,65	3,93	2,82	171,62	3,59				
603	56,63	23,68	3,67	2,50			404,29	7,46		
604	56,51	23,70	3,84	2,50					5551,36	1,71
605	56,56	23,61	3,74	2,54					4970,44	3,98
606	56,62	23,66	3,83	2,58	146,18	3,15				
607	56,69	23,77	3,80	2,46					4628,81	3,54
608	56,58	23,63	3,77	2,53			496,44	8,27		
609	56,80	23,79	3,97	2,84						
610	56,46	23,61	3,78	2,48			404,00	6,89		
611	56,56	23,62	3,77	2,63						
612	56,51	23,57	3,76	2,40						
613	56,55	23,69	3,80	2,52						
614	56,83	23,73	3,81	2,46						
615	56,52	23,50	3,73	2,45						
616	56,55	23,57	3,82	2,46						
617	56,69	23,71	3,90	2,79						
618	56,61	23,65	3,80	2,62						
619	56,52	23,60	3,78	2,48			387,65	7,84		
620	56,18	23,43	3,68	2,87					5086,27	4,12
621	56,64	23,70	3,79	2,48	181,10	3,52				
622	56,48	23,52	3,91	2,89			528,38	6,77		
623	56,54	23,65	3,80	2,44						
624	54,94	23,73	3,65	2,56						
625	56,61	23,66	3,76	2,46	165,60	3,26				
626	56,56	23,59	3,88	2,91					6535,50	1,09
627	56,59	23,78	3,78	2,48						
628	56,70	23,68	3,78	2,33	113,06	3,04	361,74	5,11		
629	56,43	23,73	3,82	2,60						
630	56,63	23,65	3,83	2,49						

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
631	56,52	23,61	3,85	2,75					7605,40	1,86
632	56,64	23,66	3,79	2,46	133,21	3,32				
633	56,74	23,70	3,79	2,48						
634	56,67	23,70	3,77	2,48						
635	56,61	23,63	3,74	2,41						
636	56,39	23,54	3,94	2,87					6856,42	1,42
637	56,65	23,43	3,93	2,56						
638	56,36	23,61	3,69	2,39	136,91	3,27				
639	56,61	23,65	3,89	2,81						
640	56,60	23,68	3,73	2,33						
641	56,51	23,68	3,74	2,58						
642	56,56	23,61	3,81	2,64			413,10	8,42		
643	56,50	23,57	3,86	2,65						
644	56,54	23,62	3,85	2,50						
645	56,28	23,57	3,76	2,41	139,27	3,46				
646	56,47	23,62	3,74	2,42						
647	56,67	23,64	3,71	2,31						
648	56,76	23,63	3,70	2,29						
649	56,38	23,64	3,71	2,36						
650	56,62	23,58	3,74	2,71	160,48	3,37				
651	56,63	23,70	3,86	2,63						
652	56,49	23,67	3,89	2,58						
653	56,53	23,60	3,74	2,50						
654	56,60	23,76	3,84	2,40	127,80	3,19				
655	56,60	23,70	3,82	2,58	179,99	3,19				
656	56,53	23,68	3,77	2,34						
657	56,59	23,72	3,88	2,55	182,80	3,24				
658	56,47	23,38	3,83	2,75					5652,75	1,07
659	56,61	23,67	3,96	2,70						
660	56,26	23,76	3,86	2,78					5073,19	3,40
661	55,96	23,33	3,90	2,93						
662	56,47	23,64	3,83	2,47						
663	56,50	23,63	3,74	2,41						
664	56,56	23,83	3,82	2,53	153,91	2,76				

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
665	56,55	23,69	3,81	2,48						
666	56,68	23,66	3,83	2,42			385,87	7,10		
667	56,60	23,65	3,84	2,38						
668	56,50	23,52	3,79	2,58					5786,07	1,79
669	55,93	23,42	3,74	2,79	226,18	4,42				
670	56,84	24,05	3,74	2,64			369,05	7,90		
671	56,58	23,67	3,77	2,29						
672	56,52	23,71	3,75	2,31					4891,84	4,10
673	56,55	23,62	3,83	2,46	144,60	3,50				
674	56,35	23,59	3,83	2,78						
675	56,28	23,78	3,85	2,52	155,59	3,35				
676	56,46	23,60	3,77	2,38			442,34	6,14		
677	56,59	23,67	3,87	2,44			384,64	6,37		
678	56,53	23,62	3,80	2,35	125,14	3,19				
679	56,35	23,63	3,75	2,61			446,43	5,31		
680	56,40	23,54	3,82	2,62	97,98	3,56				
681	56,59	23,77	3,81	2,42						
682	56,47	23,58	3,75	2,49						
683	56,54	23,68	3,75	2,45						
684	56,33	23,63	3,77	2,50					4211,07	3,82
685	56,36	23,58	3,83	2,65	168,28	3,29				
686	56,66	23,63	3,78	2,45	168,59	3,34				
687	56,46	23,74	3,89	2,54					6179,47	1,10
688	56,54	23,56	3,75	2,34						
689	56,59	23,67	3,79	2,44	181,70	3,46				
690	56,63	23,64	3,81	2,36						
691	56,43	23,64	3,84	2,49	157,85	3,46				
692	56,32	23,53	3,85	2,58					4897,73	2,96
693	56,48	23,64	3,78	2,48						
694	56,57	23,70	3,77	2,30						
695	56,39	23,66	3,85	2,50						
696	56,25	23,42	3,79	2,77						
697	56,71	23,67	3,85	2,21						
698	56,60	23,54	3,80	2,17	100,80	3,57				
699	56,23	23,57	3,77	2,34			360,43	7,94		

Lisa 8. Grupp 7 algandmed

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
700	57,08	23,50	3,58	2,13	247,99	3,48				
701	56,88	23,34	3,75	2,10	220,32	3,19				
702	56,92	23,41	3,73	2,34						
703	57,12	23,47	3,51	2,03						
704	57,14	23,55	3,73	2,21						
705	57,17	23,66	3,72	2,16	190,31	2,77				
706	57,12	23,52	3,57	2,26						
707	57,05	23,47	3,83	1,95						
708	57,03	23,67	3,56	2,15						
709	57,03	23,31	3,69	2,09						
710	57,10	23,49	3,52	1,84						
711	57,13	23,59	3,45	1,81						
712	57,10	23,41	3,63	1,99						
713	57,00	23,18	3,73	2,28					7483,73	1,40
714	56,95	23,46	3,53	2,13						
715	57,02	23,33	3,86	2,13					9606,69	1,56
716	57,18	23,44	3,47	1,98	228,64	4,09				
717	56,95	23,28	3,76	2,13			465,52	1,66		
718	57,18	23,55	3,69	1,99			364,22	1,65		
719	56,94	23,28	3,60	2,45						
720	57,02	23,44	3,69	2,11						
721	57,13	23,48	3,62	2,13						
722	57,20	23,46	3,58	2,22						
723	57,00	23,44	3,61	2,10						
724	57,04	23,36	3,59	2,03					4913,13	1,08
725	56,86	23,43	3,69	2,08						
726	57,15	23,33	3,43	2,09						
727	57,06	23,32	3,73	2,04	277,89	3,69				
728	57,12	23,35	3,67	2,04						
729	57,10	23,44	3,47	1,94					5023,80	1,12
730	57,03	23,31	3,54	2,07	230,06	3,57				

Lisa 8. Grupp 7 algandmed järg

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
731	56,86	23,37	3,64	1,88						
732	57,08	23,38	3,83	2,13	266,22	2,56				
733	57,01	23,44	3,85	1,90					5319,66	1,34
734	57,01	23,45	3,72	2,06			413,78	4,71		
735	57,19	23,44	3,74	2,07	187,83	2,45				
736	57,15	23,46	3,77	2,18			415,38	4,92		
737	57,22	23,61	3,74	2,12						
738	56,95	23,41	3,69	1,93						
739	57,02	23,66	3,66	2,16			302,29	5,47		
740	57,07	23,50	3,45	1,85					6127,02	1,24
741	57,16	23,54	3,59	1,96	184,18	2,75				
742	57,21	23,37	3,72	2,03	237,56	3,39				
743	57,04	23,38	3,57	1,98						
744	56,96	23,77	3,85	1,92						
745	57,10	23,48	3,52	2,13						
746	57,35	23,49	3,60	2,23						
747	57,12	23,45	3,52	2,12						
748	56,97	23,35	3,94	1,94			406,29	1,73		
749	57,00	23,40	3,69	2,47						
750	56,88	23,29	3,57	2,46			329,59	9,11		
751	57,04	23,55	3,51	2,03			322,90	1,79		
752	57,09	23,36	3,61	2,26						
753	56,83	23,46	3,74	2,40			331,25	1,44		
754	56,87	23,23	3,79	1,94			407,77	1,72		
755	56,99	23,27	3,95	2,11					8921,54	1,71
756	56,95	23,45	3,47	1,94						
757	56,99	23,60	3,52	2,03			297,76	1,45		
758	57,04	23,52	3,36	1,90						
759	57,39	23,42	3,58	2,39	216,35	2,94				
760	57,00	23,66	3,62	2,20						
761	57,06	23,38	3,51	1,99						
762	57,10	23,34	3,65	2,34	209,99	4,57				
763	57,02	23,62	3,56	2,07					6456,26	1,29
764	56,91	23,64	3,71	2,08						

Lisa 8. Grupp 7 algandmed järg

Kood	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kaal (g)	Lamelli paine (N)	Nihe (mm)	Surve (N)	Nihe (mm)	Lõige (N)	Nihe (mm)
765	57,00	23,35	3,80	2,01						
766	57,07	23,86	3,83	2,22	237,04	2,98				
767	57,09	23,51	3,68	2,30						
768	57,15	23,54	3,51	2,04	221,14	3,20				
769	57,27	23,48	3,82	2,18						
770	56,97	23,39	3,68	2,27	300,21	4,81				
771	57,20	23,49	3,70	2,12						
772	57,19	23,41	3,96	2,20	263,82	2,33				
773	57,14	23,27	3,58	2,00			362,22	4,59		
774	56,85	23,50	3,71	2,01					6871,56	1,24
775	57,06	23,37	3,47	2,19						
776	57,08	23,32	3,62	2,10						
777	57,08	23,41	3,53	2,21	193,84	3,04				
778	56,89	23,47	3,54	2,23					4923,25	4,45
779	56,88	23,33	3,62	2,02						
780	57,05	23,37	3,88	2,18					9657,66	1,49
781	57,03	23,77	3,77	2,04	316,57	3,07				
782	57,07	23,37	3,45	2,26					5372,09	2,69
783	56,99	23,34	3,57	2,18						
784	56,87	23,58	3,92	2,13			408,92	1,75		
785	56,98	23,41	3,90	2,01						
786	56,99	23,41	3,72	2,21	233,09	3,21				
787	57,02	23,26	3,70	2,34					7778,54	1,59
788	57,27	23,48	3,66	2,13	237,06	3,36				
789	57,04	23,35	3,52	2,03						
790	56,89	23,52	3,58	2,04	197,14	3,12				
791	57,01	23,34	3,51	2,01	261,60	4,06				
792	57,11	23,42	3,65	2,21						
793	57,08	23,46	3,62	2,07						
794	56,83	23,61	3,82	2,08	182,60	2,80				
795	57,13	23,46	3,82	2,15	201,77	2,67				
796	57,02	23,61	3,72	2,19					9255,87	1,46
797	57,11	23,37	3,61	2,08						
798	57,14	23,34	3,58	2,02			334,52	1,57		
799	57,19	23,60	3,59	2,19	190,02	2,74				

Lisa 9. Liimiga liimitud sileservseotiste algandmed

Kood	Surve (N)	Surve (mm)	Lõige (N)	Lõige (mm)
1	410,68	1,71	15140,15	2,55
2	420,17	2,39	13783,82	2,3
3	576,73	2,09	13736,39	2,5
4	551,57	2,22	16011,93	2,84
5	452,03	1,85	11891,25	1,98
6	368,44	1,62	14062,07	2,94
7	510,15	2,02	17358,7	2,87
8	624,17	2,23	12705,73	2,46
9	471,93	1,96	13239,29	2,34
10	315,44	1,68	13917,74	2,54
11	440,06	2,02	11486,99	2,09
12	497,18	2,15	14249,56	2,32
13	444,33	1,8	15237,68	2,64

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Marta-Maria Reedi,
sünniaeg 26.05.1993,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö

Lamelltüüblite tugevus nurkseotises sõltuvalt tootjast,

mille juhendaja on Regino Kask,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____
(allkiri)

Tartu, 28.05.2018
(kuupäev)

Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)